



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO
SISTEMA MODULAR**

**“SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE SIMULACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE
PROCESAMIENTO”**

**GALO FABIÁN CEDEÑO RAMÍREZ
ÁNGEL ANÍBAL VALENCIA ALTAMIRANO**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

E s p o c h

Facultad de Mecánica

C E R T I F I C A D O D E A P R O B A C I Ó N D E T E S I S

C O N S E J O D I R E C T I V O

Junio 05 de 2009

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

G A L O F A B I Á N C E D E Ñ O R A M Í R E Z Y Á N G E L A N Í B A L V A L E N C I A

A L T A M I R A N O

Nombre de los Estudiantes

Titulada:

**“SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SIMULACIÓN DE
UNA ESTACIÓN DE PROCESAMIENTO”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

I N G E N I E R O D E M A N T E N I M I E N T O

f) Decano de la Facultad de
Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f) Director de tesis

f) Asesor de Tesis

f) A s e s o r d e T e s i s

E s p o c h

Facultad de Mecánica

C E R T I F I C A D O D E E X A M I N A C I Ó N D E T E S I S

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: GALO FABIÁN CEDAÑO RAMÍREZ Y ÁNGEL ANÍBAL VALENCIA ALTAMIRANO

TÍTULO DE LA TESIS: “SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SIMULACIÓN DE UNA ESTACIÓN DE PROCESAMIENTO”

Fecha de Examinación: Junio, 05 de 2009.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. GEOVANNY NOVILLO (Presidente del Tribunal Defensa)			
ING. PABLO MONTALVO (Director de Tesis)			
ING. ÁNGEL RAMÍREZ (Asesor de Tesis)			
ING. MARCO SANTILLÁN (Asesor de Tesis)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Galo Fabián Cedeño Ramírez

f) Ángel Aníbal Valencia Altamirano

A G R A D E C I M I E N T O

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a los directivos y personal administrativo de La Facultad de Mecánica y de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, quienes tuvieron la apertura necesaria y prestaron toda su colaboración durante el curso de la presente carrera.

Y en especial al cuerpo de docentes, quienes supieron impartir sus conocimientos y enseñanzas, y nos brindaron la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

G . C . R . / A . V . A .

RECONOCIMIENTO

Un merecido reconocimiento a los miembros del tribunal de Tesis, a su Director, Ing. Pablo Montalvo; asesores, Ing. Marco Santillán e Ing. Ángel Ramírez, por su acertada dirección, guía y colaboración en el desarrollo y ejecución de la presente Tesis.

G.C.R. / A.V.A.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO	PAG
1. GENERALIDADES	
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	3
2. MARCO TEÓRICO.	
2.1. Mecatrónica	4
2.2. Electricidad	4
2.2.1. Motores de corriente continua (DC)	5
2.2.2. Relés	5
2.3. Neumática	6
2.3.1. Cilindros neumáticos	6
2.3.2. Válvulas neumáticas	7
2.3.3. Rácores y mangueras neumáticas	7
2.4. Electroneumática	8
2.4.1. Electroválvulas	8
2.5. Sensores	9
2.6. Sensores inductivos	9
2.6.1. Sensores capacitivos	10
2.6.2. Sensores ópticos	11
2.6.3. Sensores magnéticos	11

2.7.	Controladores lógicos programables	12
2.7.1.	Funciones básicas del PLC	13
2.7.2.	Estructura externa del PLC	13
2.7.3.	Estructura interna del PLC	14
2.8.	Perfiles y estructuras para sistemas modulares	14
3.	LA ESTACIÓN DE PROCESO.	
3.1.	Estructura de la estación	16
3.2.	Funcionamiento	17
3.3.	Componentes de la estación de proceso	19
3.3.1.	Mesa de indexación giratoria	19
3.3.2.	Módulo de taladrado y mordaza neumática	21
3.3.3.	Módulo de verificación	22
3.3.4.	Módulo de expulsión	23
3.3.5.	Sistema de control y mando	24
3.3.6.	Accesorios	25
3.4.	Montaje del sistema mecánico	26
3.4.1.	Estructura base	26
3.4.1.1.	Conector de perfiles perpendicular	27
3.4.1.2.	Tuerca cabeza de martillo	27
3.4.1.3.	Ángulo de sujeción	28
3.4.1.4.	Tapas laterales	28
3.4.2.	Regletas borneras y canaletas para cableado	29
3.5.	Montaje del sistema eléctrico	29
3.5.1.	Panel de control	30
3.5.2.	Motor eléctrico de 24V DC	31

3.5.3.	Taladro eléctrico de 2.4V DC	31
3.5.4.	Relés de control.....	32
3.5.5.	Borneras y cableado eléctrico	33
3.6.	Montaje del sistema neumático	34
3.6.1.	Actuadores neumáticos	35
3.6.2.	Válvulas reguladoras de caudal.....	39
3.6.3.	Bloque de válvulas de distribución	40
3.6.4.	Mangueras y rácores.....	42
3.7.	Montaje de sensores	43
3.7.1.	Sensor inductivo	44
3.7.2.	Sensor óptico de barrera	45
3.7.3.	Sensores magnéticos de posición en cilindros neumáticos.....	47
4.	PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN DE PROCESO .	
4.1.	Señales de E/S	49
4.2.	Grafcet.....	50
4.2.1.	Grafcet de primer nivel	51
4.2.2.	Grafcet de segundo nivel.....	52
4.2.3.	Asignación de memorias y ecuaciones	53
4.3.	Diseño de programa en software para PLC.....	53
4.4.	Cargar el programa en PLC	55
4.4.1.	Transmisión de datos PG/PC – PLC	55
4.4.2.	Transmisión de datos PLC – PG/PC	55
4.4.3.	Poner el S7-200 en modo RUN / STOP	56
4.5.	Funcionamiento de los módulos de software individuales	57
4.5.1.	Ciclo único	57

4.5.2.	Ciclo continuo	57
4.6.	Programa supervisor	58
4.6.1.	Módulo reset (puesta a cero)	58
4.6.2.	Módulo de coordinación (posición inicial)	58
4.6.3.	Módulo de secuencia de trabajo para la estación	59
5.	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE PROCESO .	
5.1.	Normas de seguridad	62
5.2.	Recomendaciones a tener en cuenta.....	63
5.3.	Suministro de energía	65
5.4.	Suministro de aire	66
5.5.	Puesta a punto del equipo	66
5.6.	Secuencia de encendido y operación	68
5.7.	Especificaciones técnicas del equipo	69
5.8.	Detección de fallas	72
5.8.1.	Localización de la falla	72
5.8.2.	Localización sistemática de la falla	73
5.8.3.	Análisis de la falla	74
5.8.4.	Documentación de la falla	74
5.8.5.	Lista de fallas, causas y soluciones	75
5.8.6.	Elaboración de problemas a pruebas de fallo	76
5.9.	Hojas guías de trabajo	76
6.	MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE PROCESO .	
6.1.	Elementos a usarse en el mantenimiento.....	77
6.2.	Mantenimiento del módulo	78

6.2.1.	Mantenimiento del sistema mecánico	78
6.2.2.	Mantenimiento del sistema eléctrico	79
6.2.3.	Mantenimiento del sistema neumático	80
6.3.	Programación del mantenimiento del módulo	80
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	
7.1.	Análisis de resultados en los procesos de prueba	81
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
8.2.	Conclusiones	83
8.3.	Recomendaciones	84
 BIBLIOGRAFÍA		
 LINKOGRAFÍA		
 ANEXOS		
 BIOGRAFÍA		

LISTA DE TABLAS

TABLA	PAG
4.1. CODIFICACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS	50
4.2. ASIGNACION DE MEMORIAS Y ECUACIONES	53
5.1. LISTA DE FALLAS	75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAG
2.1. Motores DC	5
2.2. Estructura de un relé	6
2.3. Cilindros neumáticos	7
2.4. Válvulas neumáticas	7
2.5. Rácores y mangueras neumáticas	8
2.6. Electroválvula 5/2 biestable 24 V	9
2.7. Estructura de un sensor magnético	12
2.8. PLC (controlador lógico programable)	12
2.9. Estructuras para perfiles modulares	15
3.1. Estación de procesamiento	17
3.2. Mesa de indexación	20
3.3. Módulo de taladrado y mordaza	22
3.4. Módulo de verificación	23
3.5. Módulo de expulsión	24
3.6. Dispositivos de control y mando	25
3.7. Perfil modular.....	26
3.8. Conector de perfiles perpendicular	27
3.9. Tuerca cabeza de martillo	27
3.10. Tapas para perfiles.....	28
3.11. Regletas y canaletas de cableado	29
3.12. Componentes del panel de control	30
3.13. Motor DC	31
3.14. Taladro DC	32

3.15.	Relés de control.....	33
3.16.	Cableado de dispositivos eléctricos	34
3.17.	Montaje de cilindros neumáticos	35
3.18.	Elementos neumáticos en mordaza	36
3.19.	Elementos neumáticos del módulo de taladrado	37
3.20.	Elementos neumáticos en módulo de verificación	38
3.21.	Elementos neumáticos en módulo de expulsión	39
3.22.	Bloque de válvulas de distribución	41
3.23.	Unión entre manguera flexible y racor.....	43
3.24.	Montaje de sensor inductivo.....	45
3.25.	Montaje de sensor óptico	46
3.26.	Montaje de sensores magnéticos	47
4.1.	Inicio de software de programación	54
4.2.	Transmisión de datos PG /PC -PLC	55
4.3.	Transmisión de datos PLC - PG /PC	56
4.4.	Programa en modo RUN	56
4.5.	Programa en modo STOP	57
5.1.	Localización sistemática de la falla	73
6.1.	Herramientas para mantenimiento del módulo	78

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1 Diagramas de potencia.
- ANEXO 2 Diagrama de entradas al PLC.
- ANEXO 3 Diagrama de salidas del PLC.
- ANEXO 4 Diagrama neumático de la estación de proceso.
- ANEXO 5 Programa de control de la estación de proceso.
- ANEXO 6 Frecuencia de mantenimiento de la estación de proceso.
- ANEXO 7 Programación del mantenimiento de la estación de proceso.
- ANEXO 8 Hoja guía de trabajo.
- ANEXO 9 Cilindros neumáticos.
- ANEXO 10 Válvulas reguladoras de caudal.
- ANEXO 11 Válvulas solenoides.
- ANEXO 12 Sensores magnéticos de proximidad.
- ANEXO 13 Sensor inductivo.
- ANEXO 14 Sensor óptico.
- ANEXO 15 Relés de control.
- ANEXO 16 Botoneras, pulsadores y lámparas.
- ANEXO 17 Datos técnicos de PLC siemens 224 ac/dc/relé.

SUMARIO

Dentro de los procesos productivos se encuentran sistemas de procesamiento de diferentes tipos y modelos de acuerdo a los requerimientos de cada proceso, por lo que al realizar la Tesis de Selección e Implementación de un Sistema de Simulación de una Estación de Procesamiento, se ha desarrollado una variante de estos sistemas, el mismo que contribuye a la simulación de este tipo de procesos.

Este equipo permite complementar los conocimientos en un campo nuevo como es la mecatrónica, ya que tiene sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos, lo que junto a los mecanismos propios del equipo generan una máquina cuyo trabajo necesita controlarse y verificarse mediante un PLC Siemens Simatic S7-200, el cual posee una programación sencilla y las facilidades de su configuración en salidas de relé, permite el trabajo del módulo de una forma didáctica y fácil de instalar, disminuyendo el tamaño, los tiempos de operación y optimizando los recursos, los cuales son muy aplicables en la industria.

Aquí se simula un proceso automatizado de mecanizado de piezas de trabajo, donde estas se taladran, verifican y se transfieren a otra estación. El módulo puede trabajar como un sistema independiente o en conjunto acoplado a otras estaciones de trabajo como un proceso productivo, por lo que cumplirá una función específica como módulo y una función parcial dentro de la línea de producción programada en el laboratorio de Mecatrónica.

S U M M A R Y

W ithin the productive processes there are processing systems of different types and models according to the requirements of each process, this is why upon carrying out the Thesis on Selection and Implementation of a Simulation System of a Process Station a variant of these systems which contributes to the simulation of this process type, has been developed.

This equipment permits to complement the knowledge of a new field such as the mechatronics as it has mechanical, pneumatic, electrical and electronic systems which together with to the own equipment devices generate a machine whose work needs to be controlled and verified through a PLC Siemens Simatic S7-200 which has a simple programming and the facility of configuring in relay outputs, permits the module work in a didactical and easy way of installing, diminishing the size, the operation times, optimizing the resources which are applicable in industry.

Here an automated process of work pieces mechanizing is simulated where these pieces are bored, verified and transferred to another station. The module can work as an independent system or together with other work stations as a productive process, so as to accomplish a specific function as a module and a partial function within the production line programmed at the Mechatronic Lab.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

Actualmente se reconoce que el futuro en la innovación de la producción vendrá con aquellos que optimicen la unión entre los sistemas electrónicos y los sistemas mecánicos. Y esta optimización será más intensa en aplicaciones de manufactura avanzada y sistemas de producción donde la inteligencia artificial, los sistemas expertos, los robots inteligentes y los sistemas de manufactura avanzada crearán la nueva generación de herramientas a ser utilizadas en las fábricas del futuro.

La técnica de la producción y de la fabricación es, por consiguiente, un factor prioritario para la competitividad. Esta realidad nos ha conducido, necesariamente, a una utilización muy intensiva de la capacidad de las máquinas y de las instalaciones de fabricación.

Por lo tanto, también se tendrá que aumentar la necesidad de personal especializado y altamente preparado para la construcción, el mantenimiento y la operación de los sistemas de producción complejos.

Esta situación se hará contundente conforme crezcan también los desequilibrios entre la formación estatal y las altas exigencias de preparación del personal de parte de las industrias.

La clave para la solución de este dilema es la formación constante de los profesionales y estudiantes, que se forman y perfeccionan a lo largo de toda su vida

activa en todos los campos de la técnica de la automatización a través de la mecatrónica, que asegura el funcionamiento óptimo y la interfase del sistema hombre – máquina en el sector productivo del país.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

El desarrollo que ha alcanzado el mundo especialmente en lo tecnológico es cada vez más fuerte y la tendencia a la globalización, obligan a países como el nuestro a incorporar sistemas de automatización en su aparato productivo para conservar la capacidad de generar empleo.

En el Ecuador la constante inestabilidad política y la no aplicabilidad de leyes que fomenten la inversión, limitan el desarrollo técnico-científico, el acceso y actualización a nuevas tecnologías al ritmo que el mundo requiere. A las puertas de un proceso de libre comercio es obligatorio especialmente que las entidades educativas se pongan al día con nuevos modelos de producción, sistemas de mantenimiento integrado y crecimiento del talento humano.

Es por esto que la ESPOCH amparada en la Ley Orgánica de Educación Superior, a través de la Escuela de Mantenimiento concientes de su compromiso con la sociedad preparará a sus estudiantes en la investigación y aplicación de tecnologías tal como la mecatrónica dentro de su programas de estudio.

Es de gran importancia que la Escuela de Mantenimiento cuente con un laboratorio de mecatrónica para el perfeccionamiento en la práctica de los sistemas: de ensamblaje, alimentación, proceso, transporte, manipulación, montaje, elevación, almacenamiento, clasificación, ordenamiento, transferencia, distribución y pruebas, simulando procesos reales de producción que protejan el medio ambiente.

Los estudiantes de la cuarta fase del sistema modular, conscientes de esta necesidad académica en la facultad de Mecánica, contribuyen económica, financiera, técnica y socialmente con el diseño del plan de implementación del Laboratorio de Mecatrónica.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. GENERAL.

- Seleccionar e implementar un sistema de simulación de una estación de procesamiento.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Verificar que todos los elementos de la estación de procesamiento estén bajo las especificaciones requeridas.
- Montar los elementos en la estación de procesamiento.
- Verificar el correcto funcionamiento de los componentes del sistema.
- Analizar y desarrollar el programa de operación y control más adecuado para el funcionamiento de la estación de procesamiento.
- Elaborar un manual de operación y mantenimiento del módulo de la estación de procesamiento.
- Garantizar el funcionamiento de la estación de procesamiento, realizando todas las pruebas necesarias.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. MECATRÓNICA.

"Mecatrónica es la combinación sinérgica de la ingeniería mecánica de precisión, de la electrónica, del control automático y de los sistemas para el diseño de productos y procesos".

La mecatrónica es por lo tanto, una nueva rama de la ingeniería, con un concepto recientemente desarrollado que enfatiza la necesidad de integración y de una interacción intensiva entre diferentes áreas de la ingeniería.

Un sistema mecatrónico típico recoge señales, las procesa y, como salida, genera fuerzas y movimientos. Los sistemas mecánicos son entonces extendidos e integrados con sensores, microprocesadores y controladores. Los robots, las máquinas controladas digitalmente, los vehículos guiados automáticamente, las cámaras electrónicas, las máquinas de telefax y las fotocopadoras pueden considerarse como productos mecatrónicos.

2.2. ELECTRICIDAD.

La electricidad dentro de la automatización de procesos, se emplea para controlar una gran variedad de dispositivos industriales, estos elementos se denominan controles eléctricos, debido a que la energía utilizada para ejecutar la función y operación de los diferentes elementos se provee por medio de señales eléctricas.

2.2.1. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA (DC).

El motor de corriente continua (Fig. 2.1.) es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotativo.

Esta máquina es una de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos, así como en robótica. Los hay de distintos tamaños, formas y potencias, pero todos se basan en el mismo principio de funcionamiento.



Figura 2.1. Motores DC.

2.2.2. RELÉS.

Los Relés son interruptores o dispositivos de conmutación activados por señales, lo cual los hace extremadamente funcionales para que controlen cosas cuando se les manda una señal.

Los relés están formados por un contacto móvil o polo y por un contacto fijo, pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo (contacto móvil) y dos contactos fijos (Fig.2.2.). Pueden ser de tipo electromecánico o totalmente electrónico, en cuyo caso carece de partes móviles.

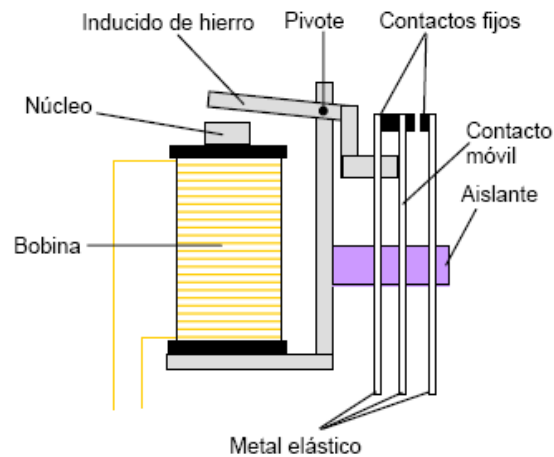


Figura 2.2. Estructura de un Relé.

2.3. NEUMÁTICA.

La neumática en la industria, es una necesidad apremiante de automatización y racionalización de procesos de fabricación, los grandes volúmenes de producción y calidad son resultados de esta racionalización de procesos.

En la actualidad, ya no se concibe a la industria moderna desligada de los procesos automatizados con neumática.

2.3.1. CILINDROS NEUMÁTICOS.

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

Los motores lineales son conocidos con el nombre de cilindros neumáticos (Fig. 2.3.). La estructura básica de un cilindro consta de un tubo cilíndrico con dos tapas extremas y un pistón conectado de forma rígida a un vástago que se mueve libremente por su interior, el desplazamiento se produce por la acción del aire comprimido que incide en una u otra cara del pistón.



Figura 2.3. Cilindros Neumáticos.

2.3.2. VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

Las válvulas son elementos que controlan, mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal de un fluido (Fig. 2.4.).



Figura 2.4. Válvulas Neumáticas.

2.3.3. RÁCORES Y MANGUERAS NEUMÁTICAS.

Los rácores son elementos de conexión instantánea y segura a prueba de fugas (Fig.2.5.). Estos elementos presentan considerables ventajas, debido a que se fabrican en diversos materiales; sus aplicaciones típicas son los sistemas de control neumático.

Las mangueras son accesorios utilizados para conducir el aire comprimido de los sistemas neumáticos, en líneas de señal y trabajo de instrumentación y control,

en donde se requiere un medio de conducción seguro, ligero, resistente y flexible, de aire comprimido.



Figura 2.5. Rácores y Mangueras Neumáticas.

Tanto los rácores como las mangueras neumáticas reducen los tiempos de ensamble y mantenimiento, en las líneas de aire comprimido.

2.4.ELECTRONEUMÁTICA.

Cuando las distancias a cubrir por las conducciones neumáticas son grandes, las señales se debilitan y retrasan sus efectos, debido a la pérdida de carga, por lo que ya no tiene la condición de rápidas y seguras. Por otro lado, las conducciones neumáticas largas representan un consumo muy elevado de aire y los gastos que de ello se derivan pueden resultar muy altos.

Por estas razones interesa combinar las ventajas del mando eléctrico con la simplicidad y eficacia de la neumática, lo que deriva en las aplicaciones electroneumáticas.

La capacidad de combinar la electricidad con actuadores neumáticos, es un tipo de tecnología que se le conoce como electroneumática.

2.4.1. ELECTROVÁLVULAS.

Los dispositivos más comúnmente utilizados con esta combinación son las electroválvulas o válvulas electromagnéticas (Fig. 2.6.) las cuales pueden ser

consideradas convertidores electroneumáticos, los mismos que efectúan las funciones propias de las válvulas distribuidoras.

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presóstatos o mandos electrónicos.

En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.


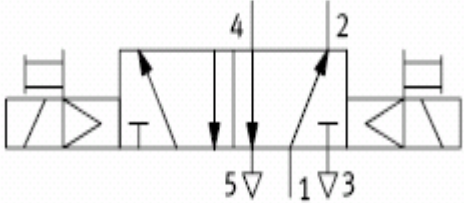
ELECTROVÁLVULA	SÍMBOLO
	

Figura 2.6. Electroválvula 5/2 Biestable 24V.

2.5. SENSORES.

Los sensores se utilizan para medir magnitudes físicas o electroquímicas y transformarlas en señales eléctricas inconfundibles.

En la actualidad existe una variedad de sensores y las posibles aplicaciones aumentan constantemente.

2.5.1. SENSORES INDUCTIVOS.

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos sin contacto físico.

Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo).

Si el sensor tiene una configuración "Normal Abierta", éste activará la salida cuando el metal a detectar ingrese a la zona de detección. Lo opuesto ocurre cuando el sensor tiene una configuración "Normal Cerrada" Estos cambios de estado son evaluados por unidades externas tales como: PLC, Relés, PC, etc.

Este tipo de sensores se caracterizan por tener un funcionamiento sin esfuerzo mecánico ni desgaste, son insensibles a las influencias externas, de larga duración, gran precisión del punto de conmutación, frecuencia de conmutación elevada así como de múltiples aplicaciones.

2.5.2. SENSORES CAPACITIVOS.

Los sensores de proximidad capacitivos han sido diseñados para trabajar generando un campo electrostático y detectando cambios en dicho campo a causa de un objeto que se aproxima a la superficie de detección.

Los sensores capacitivos pueden detectar materiales conductores y no conductores, en forma líquida o sólida.

Existen distintas aplicaciones, incluso control de niveles en depósitos, también para detectar el contenido de contenedores, o en máquinas empaquetadoras. Otras aplicaciones incluyen el posicionado y conteo de materiales en sistemas de transporte y almacenaje.

2.5.3. SENSORES ÓPTICOS.

Este tipo de sensores permiten la detección sin contacto físico de objetos de materiales diversos. Los detectores optoelectrónicos incorporan un emisor y un receptor. El receptor reacciona a las variaciones del rayo luminoso reflejado por el objeto.

Todos los detectores optoelectrónicos trabajan con luz modulada, se elimina así la influencia de la luz del sol y de otras fuentes de luz.

Existen diferentes tipos de estos sensores:

- Sistemas de palpación o sensor réflex.
- Sistemas de barrera o sensor autoreflex.
- Sistema emisor receptor.
- Sistema con fibra óptica.

2.5.4. SENSORES MAGNÉTICOS.

Los sensores magnéticos (microinterruptores magnéticos o reed) están compuestos por un interruptor de láminas puestos en una ampolla de vidrio que contiene gas (Fig. 2.7.), las láminas (o contactos) construidas de material magnético (ferro-níquel) son flexibles y están revestidas en los puntos de contacto con metales nobles antiarco. La conmutación se realiza mediante un oportuno campo magnético y su accionamiento se efectúa a través del imán permanente contenido en los émbolos.

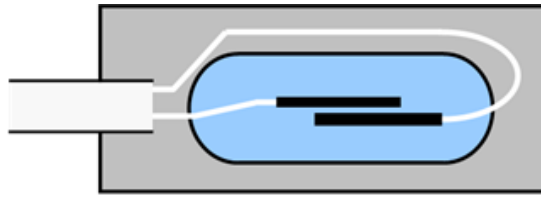


Figura 2.7. Estructura de un Sensor Magnético.

Los sensores de proximidad tienen la función de relevar o dar la posición del pistón del cilindro. Cuando estos sensores se encuentran dentro del campo magnético generado por el imán del pistón del cilindro, los sensores cierran un circuito eléctrico generando una señal útil para comandar una electroválvula a través de un relé o dar una señal a una placa de un PLC.

2.6. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES.

Los PLC (Programmable Logic Controller) son dispositivos electrónicos muy usados en la automatización industrial. (Fig. 2.8.).



Figura 2.8. PLC (Controlador Lógico Programable).

El PLC es un sistema electrónico, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones realizadas por el usuario, orientadas para llevar a cabo las funciones específicas como la lógica de secuencia, cronometrado, conteo

y aritmética; para controlar a través de las entradas digitales o analógicas y rendimientos, los varios tipos de máquinas o procesos.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc.

2.6.1. FUNCIONES BÁSICAS DEL PLC.

- Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.
- Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.
- Diálogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la máquina.

2.6.2. ESTRUCTURA EXTERNA DEL PLC.

Es la configuración externa de un autómeta programable industrial y se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido.

Actualmente los tipos de PLC con estructura externa más significativas que existen en el mercado son:

- Estructura compacta.
- Estructura semimodular.
- Estructura modular.

2.6.3. ESTRUCTURA INTERNA DEL PLC.

La estructura interna son cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata, las funciones y funcionamiento de cada una de ellas.

- CPU.
- Entradas (analógicas y digitales).
- Salidas (analógicas y digitales).
- Interfaces.
- Fuente de alimentación.
- Unidad de programación.
- Memoria.
- Periféricos.

2.7. PERFILES Y ESTRUCTURAS PARA SISTEMAS MODULARES.

Una estructura es un grupo básico que constituye el cuerpo de un equipo o máquina. En ese sentido, es el primer eslabón de una cadena cinemática en el que

se fijan las unidades que ejecutan los movimientos.

La estructura básica propiamente dicha de una unidad de procesamiento, tiene que ser capaz de absorber las fuerzas y transmitirlas al suelo.

En la práctica se han impuesto las estructuras de aluminio de gran resistencia y con perfiles de alta precisión. Estas estructuras de aluminio (Fig.2.9.) pueden ser de color metalizado natural o anodizadas¹ en color negro, resistentes a arañazos y protegidas contra la corrosión.

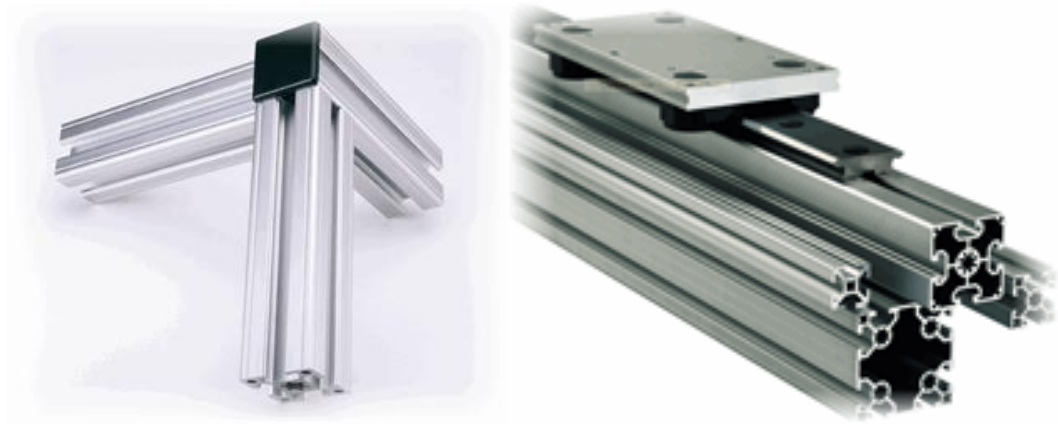


Figura 2.9. Estructuras para Perfiles Modulares.

¹ Oxidación Anódica: Es el recubrimiento superficial de una delgada película de óxido Al_2O_3 .

CAPÍTULO III

3. LA ESTACIÓN DE PROCESO

“Proceso” es un término genérico para referirse a etapas de producción, tales como el conformado, la mecanización y el ensamble.

- *El conformado*, es la creación de determinados cuerpos geométricos a partir de sustancias sin una forma definida. El cambio de forma es el cambio del perfil geométrico y/o las dimensiones de un cuerpo.
- *El mecanizado*, es el cambio de las características del material y/o del acabado superficial de cuerpos.
- *El ensamble*, es la unión permanente de varios cuerpos.

3.1. ESTRUCTURA DE LA ESTACIÓN.

La estructura de la Estación de Proceso (fig. 3.1.) es totalmente modular, mantiene a sus elementos independientes:

- *La máquina*; aquí se encuentran los elementos mecánicos, sensores y actuadores que componen la estación.
- *El control*; el cuadro eléctrico con la alimentación y el sistema de control (PLC).
- *El mando*; el panel de mando, con los pulsadores, pilotos y señales de interconexión.

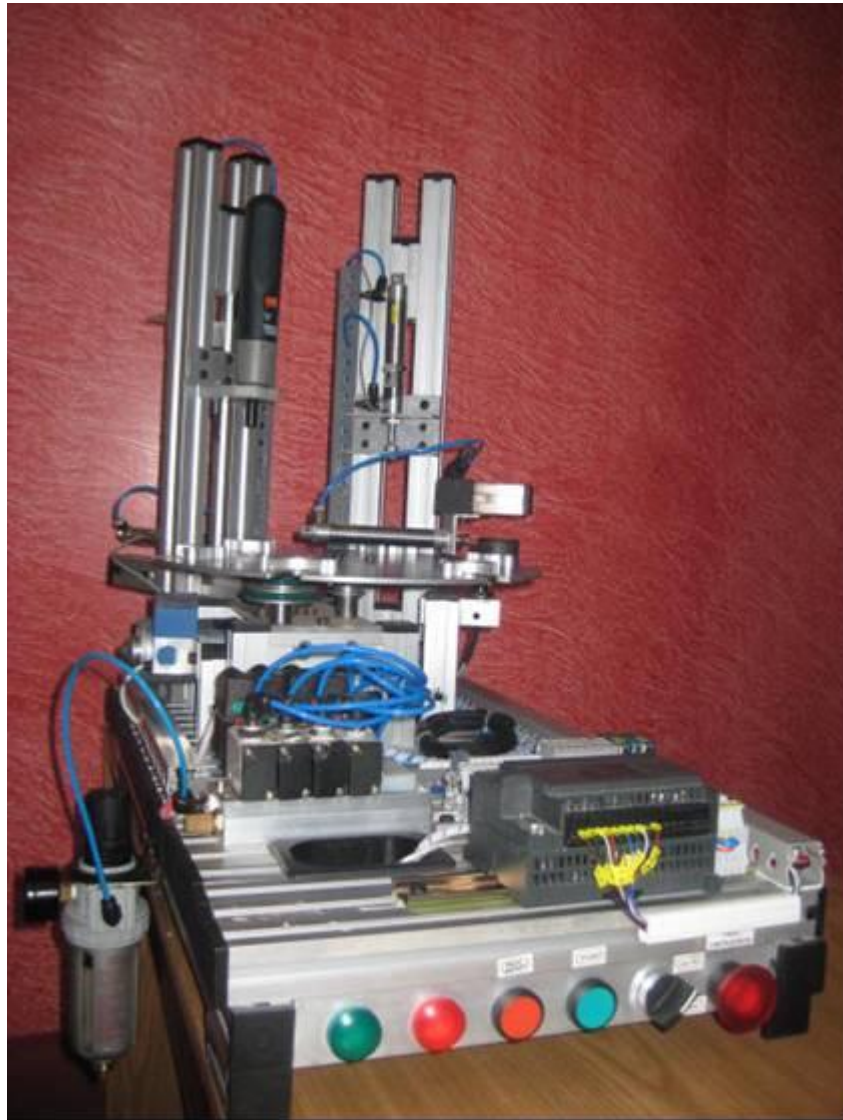


Figura. 3.1. Estación de Procesamiento.

3.2. FUNCIONAMIENTO.

La Estación de Procesamiento puede funcionar como un módulo independiente, o en conjunto como un proceso productivo, acoplada a otros sistemas modulares o estaciones de trabajo.

El módulo de la Estación de Procesamiento, es un sistema creado para simular un proceso industrial automatizado moderno de mecanizado de piezas de trabajo.

En la Estación de Procesamiento las piezas de trabajo se procesan, verifican y transfieren, en una mesa giratoria de indexación de 6 posiciones la misma que es accionada por un motor DC. El posicionamiento de la mesa en cada estación de trabajo es detectado por medio de un sensor inductivo, mientras que un sensor óptico detecta la existencia de la pieza de trabajo.

Como primer paso se tiene la alimentación de las piezas a mecanizar, las mismas que pueden ser colocadas manual o automáticamente desde otra estación de trabajo, estas se sitúan en cada una de las seis estaciones del plato giratorio de la mesa de indexación.

En el siguiente paso, la mesa de indexación avanza un ciclo hasta la posición del módulo de taladrado, donde la pieza a mecanizar es sujeta por una mordaza neumática para evitar que esta se mueva, luego mediante el accionamiento de un taladro se procede a realizar el agujero en la pieza de trabajo.

A continuación, la mesa de indexación avanza otro ciclo hasta la posición del módulo de verificación, donde un cilindro neumático realiza la verificación del agujero en la pieza de trabajo.

Como último paso, la mesa de indexación avanza otro ciclo hasta la posición del módulo de expulsión, donde las piezas son transferidas o expulsadas a través de un cilindro neumático, hacia otro módulo o estación de trabajo.

Las funciones específicas del módulo de la Estación de Procesamiento son las siguientes:

- Mecanizar piezas (taladro).

- Verificar las características de piezas.
- Suministrar o transferir piezas a una estación o módulo posterior.

3.3.COMONENTES DE LA ESTACIÓN DE PROCESO.

Los componentes más destacados de esta estación son:

- Mesa de indexación giratoria.
- Módulo de taladrado y mordaza neumática.
- Módulo de verificación.
- Módulo de expulsión.
- Sistema de control y panel de mando.
- Accesorios.

3.3.1. MESA DE INDEXACIÓN GIRATORIA.

La mesa de indexación giratoria es un plato circular de 6 posiciones. El accionamiento de la mesa giratoria se realiza mediante un motor de corriente continua, controlado por un relé. Las seis posiciones del plato giratorio están definidas por los tornillos de posicionado de la mesa giratoria, ubicados en la parte inferior del plato, y detectadas por medio de un sensor inductivo situado en la parte inferior de la mesa.

El plato giratorio de la mesa de indexación está provisto en su parte superior de seis retenedores semicirculares, los mismos que sirven para posicionar correctamente la pieza de trabajo, en la posición de cada retenedor, el plato giratorio

posee un avellanado que va desde el borde del plato hasta aproximadamente un poco más del centro del retenedor, y sirve para que un sensor óptico que está ubicado bajo la mesa de indexación, detecte la existencia de las piezas de trabajo en el retenedor semicircular.

La mesa de indexación giratoria (Fig. 3.2.) está compuesta de los siguientes elementos.

1. Plato o mesa giratoria.
2. Motoreductor 24V D.C.
3. Polea motriz y poleas conducidas.
4. Bandas de transmisión.
5. Tornillos de posicionado.
6. Estructura de soporte.
7. Retenedores semicirculares.

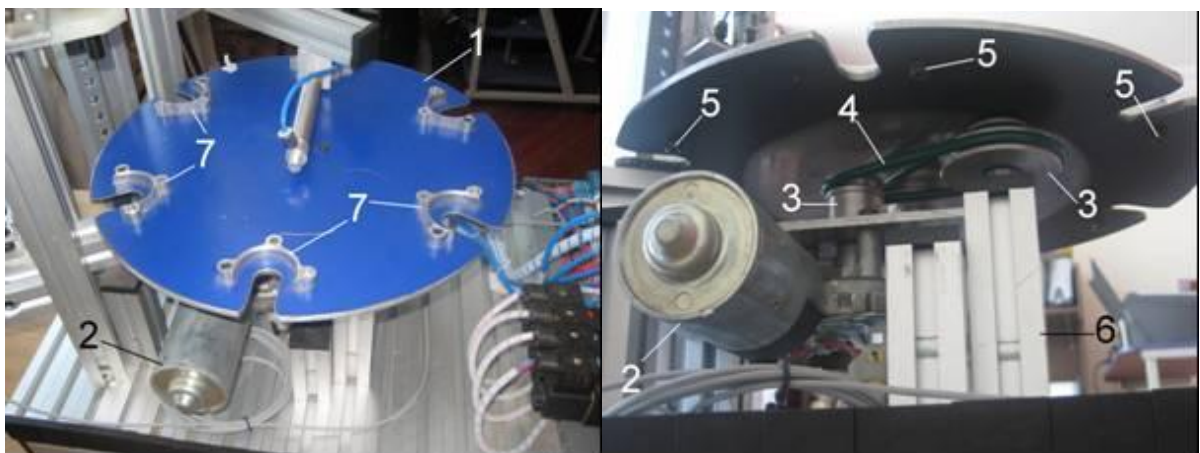


Figura 3.2. Mesa de Indexación Giratoria.

3.3.2. MÓDULO DE TALADRADO Y MORDAZA NEUMÁTICA.

El módulo de taladrado comprende una máquina de taladrar con desplazamiento vertical la misma que sube y baja a través de un eje lineal, donde el avance del taladro se realiza por medio de un cilindro neumático de doble efecto.

El taladro es completamente funcional, su accionamiento es controlado por un relé, pero por razones de seguridad, el proceso de agujereado de la pieza de trabajo sólo es simulado.

Durante el taladrado un cilindro neumático de doble efecto (mordaza neumática de fijación) sujeta la pieza para que ésta no gire.

La velocidad de avance de los vástagos tanto en la salida como en el retorno, es controlada por medio de válvulas reguladoras de caudal, y las posiciones finales de los vástagos son detectadas por medio de sensores de posición.

El módulo de taladrado (Fig. 3.3.), está compuesto por los elementos que se detallan a continuación:

1. Taladro de 2.4V D.C.
2. Cilindro de doble efecto (para desplazamiento del taladro).
3. Mordaza de sujeción.
4. Cilindro de doble efecto (mordaza).
5. Válvulas reguladoras de caudal.
6. Sensores de posición.

7. Estructura de soporte.

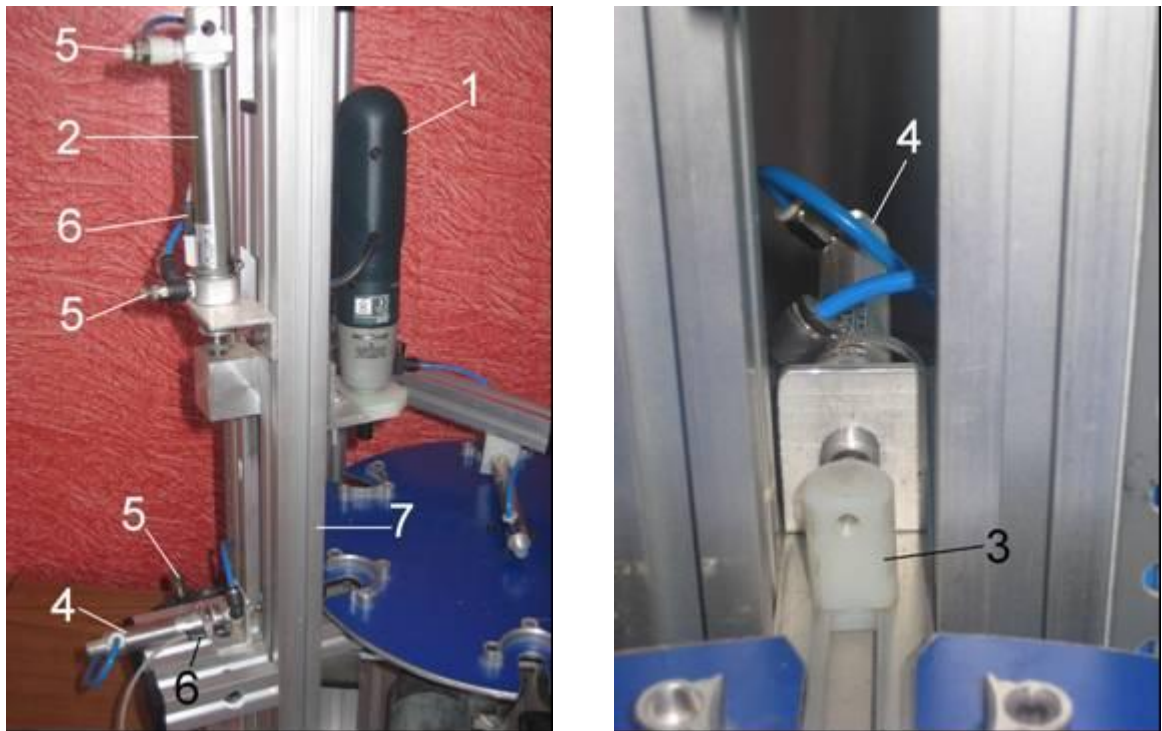


Figura 3.3. Módulo de Taladrado y Mordaza.

3.3.3. MÓDULO DE VERIFICACIÓN.

En este paso del proceso, se verifica el agujero realizado en el proceso de taladrado de la pieza. El desplazamiento del módulo de verificación es vertical.

El módulo de verificación consiste de un cilindro neumático de doble efecto, donde la velocidad de avance del vástago tanto en la salida como en el retorno, es controlada por medio de válvulas reguladoras de caudal, y la posición final del vástago es detectada por medio de un sensor de posición.

El módulo de verificación es completamente funcional (Fig. 3.4.) y está compuesto de los siguientes elementos:

1. Cilindro de doble efecto.

2. Válvula reguladora de caudal.

3. Sensor de posición.

4. Estructura de soporte.

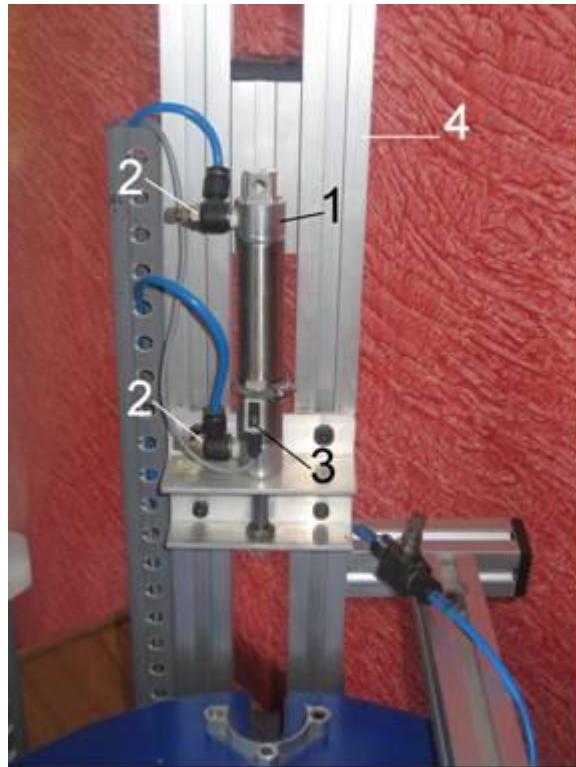


Figura 3.4. Módulo de Verificación.

3.3.4. MÓDULO DE EXPULSIÓN.

Las piezas procesadas se expulsan de la mesa de indexación hacia la siguiente estación de trabajo mediante un cilindro neumático de simple efecto, donde la velocidad de salida del vástago es controlada por medio de una válvula reguladora de caudal.

El módulo de expulsión (Fig. 3.5.), está compuesto de los siguientes elementos

1. Cilindro de simple efecto.
2. Válvula reguladora de caudal.
3. Estructura de soporte.

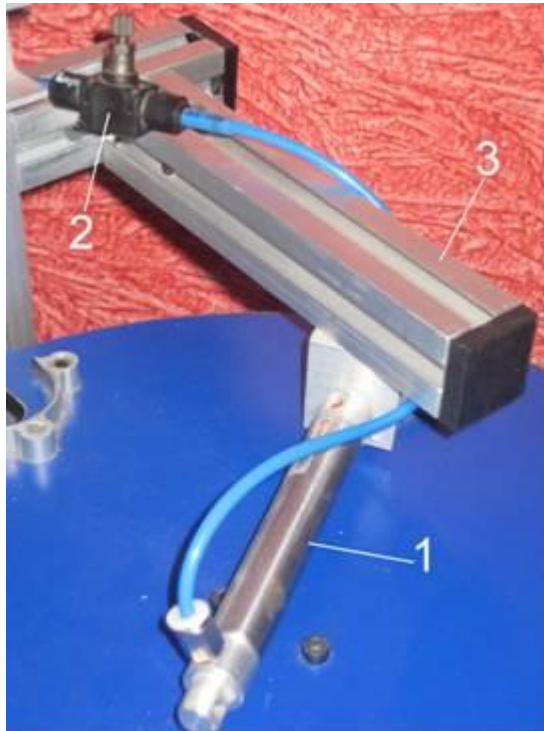


Figura 3.5. Módulo de Expulsión.

3.3.5. SISTEMA DE CONTROL Y MANDO.

Para el sistema de control y mando (Fig. 3.6.), se cuenta con varios elementos neumáticos y eléctricos, así como el PLC, los mismos que son necesarios para el funcionamiento de la Estación de Proceso.

1. Distribuidor neumático con válvula de descarga.
2. Electroválvulas 5/2, monoestables, de 24 VDC.
3. Sensor inductivo para posicionamiento de la mesa.

4. Sensor óptico para detección de la pieza de trabajo.
5. Sensores magnéticos para detectar la posición de los vástagos en los cilindros neumáticos.
6. Bloque de borneras para conexión eléctrica.
7. Relés de control.
8. PLC.
9. Panel de Mando.

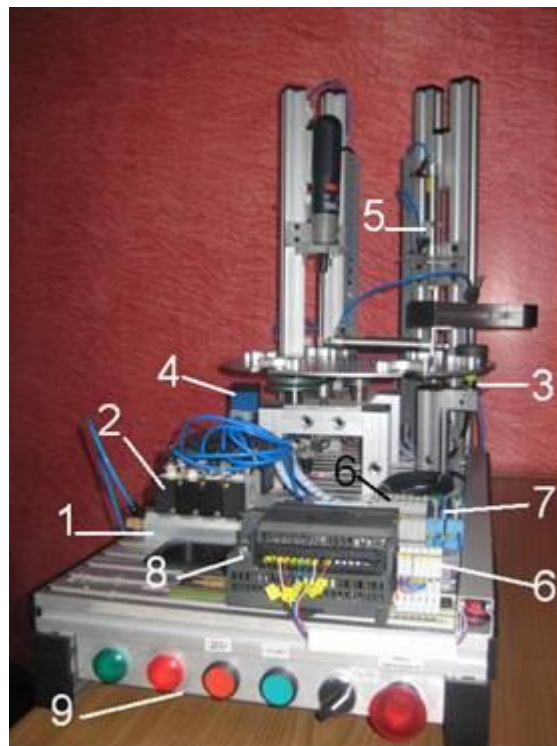


Figura 3.6. Dispositivos de Control y Mando.

3.3.6. ACCESORIOS.

Para llevar la alimentación o señal tanto neumática como eléctrica entre los diferentes elementos de la Estación de Proceso tenemos:

- Manguera neumática.
- Conectores neumáticos.
- Canaletas de cableado.
- Cables de conexión.

3.4. MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.

La unión de la estructura básica en la cual se inicia el montaje mecánico, y donde se ubican los demás sistemas y componentes de la Estación de Proceso se realiza mediante perfiles y accesorios de perfilería modulares, todos están elaborados en material de aluminio, los mismos que se describen a continuación.

3.4.1. ESTRUCTURA BASE.

Para armar la estructura base se utiliza perfiles que son de aluminio, de tipo cuadrado ligero de 30 x 30mm, de cuatro canales (Fig. 3.7.).

Los perfiles se suministran con un tratamiento de anodizado natural, satinado químico, con un espesor de capa de 15µ.



Figura 3.7. Perfil Modular.

3.4.1.3. ÁNGULO DE SUJECIÓN.

Este accesorio es un ángulo de aluminio que es utilizado como soporte de varios elementos y accesorios que van acoplados en sus respectivos marcos portaherramientas montados en la Estación de Proceso. En este caso se lo utiliza para:

- Acoplar el taladro y los cilindros CDE1 y CDE2 usados para el accionamiento tanto del taladro como de la mordaza de sujeción.
- Acoplar el cilindro CDE3 del módulo de verificación.
- Acoplar el cilindro CSE1 del módulo de expulsión.
- Acoplar el sensor inductivo SP4 de posicionamiento del plato giratorio.
- Acoplar el sensor óptico SP5 para detectar la pieza de trabajo.

3.4.1.4. TAPAS LATERALES.

Este accesorio conocido también como tapa lateral o tapa-ranuras, se lo puede ubicar en los extremos de las placas y perfiles. (Fig. 3.10.), se utiliza para protección, además de servir como un dispositivo de seguridad.

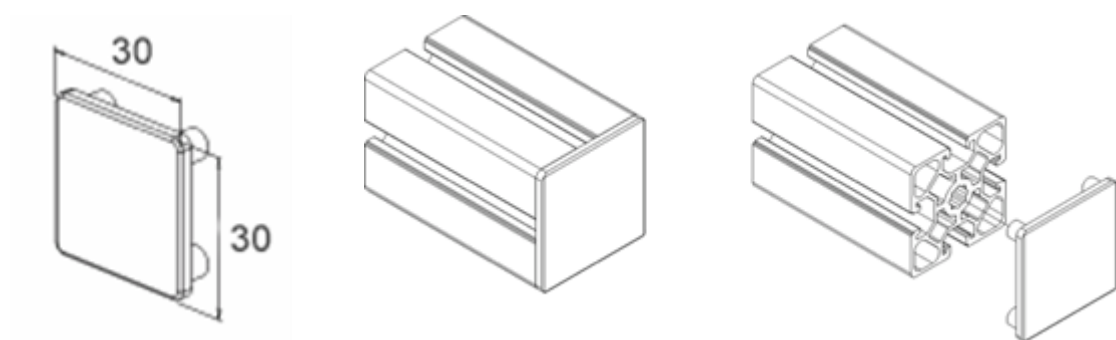


Figura 3.10. Tapas para Perfiles.

Las tapas laterales vienen fabricadas en materiales de PVC opacos y transparentes.

3.4.2. REGLETAS BORNERAS Y CANALETAS PARA CABLEADO.

Estos accesorios (Fig. 3.11.) son el medio físico de unión entre las interfases de comunicación y los elementos de maniobra, control y salidas.

Las regletas son perfiles DIN de 300mm, a juego con el zócalo de relé y la regleta de bornes, con material de fijación para adaptarlos a la placa perfilada de aluminio.

Las canaletas para el cableado sirven para empotrar y proteger los cables de conexión que alimentan eléctricamente a los diferentes elementos de control y operación que están montados sobre la placa del sistema modular, vienen en unidades de 340mm y raíl DIN, con accesorios de montaje para fijarlo a la placa perfilada.

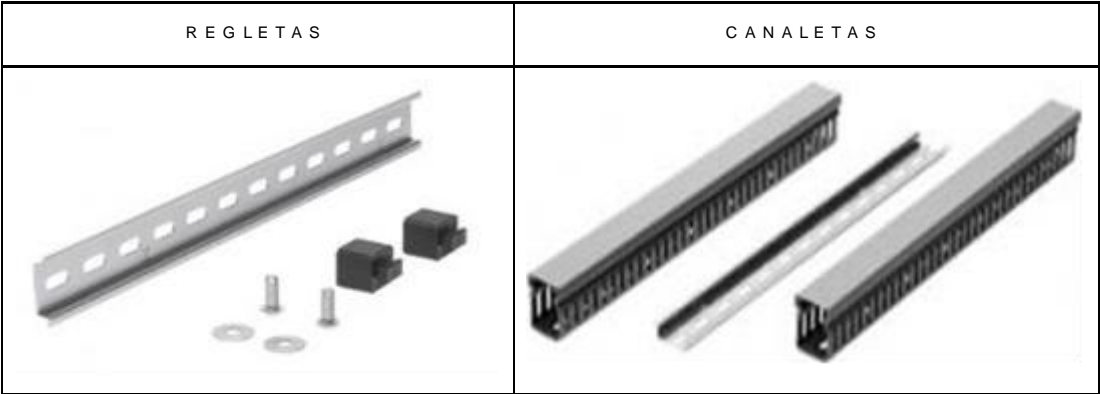


Figura 3.11. Regletas y Canaletas de Cableado.

3.5. MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

El sistema eléctrico permite el control de la operación del módulo en la Estación de Proceso, consta de las siguientes partes:

3.5.1. PANEL DE CONTROL.

El panel de control está ubicado en la parte frontal del módulo (Fig. 3.12.), en este se encuentran los elementos de maniobra como:

- Botonera de paro de emergencia S1, detiene el ciclo de operación al ser accionado.
- Selector de posición S2, permite seleccionar la operación en modo manual o automático.
- Pulsador inicio de ciclo S3, permite iniciar el ciclo de trabajo.
- Pulsador reset de operación S4, reestablece la señal de emergencia y retorna el módulo de la Estación de Proceso a su posición inicial.
- Lámpara de señalización H1, indica que el módulo de la Estación de Proceso está parado.
- Lámpara de señalización H2, indica que el módulo de la Estación de Proceso está en operación.

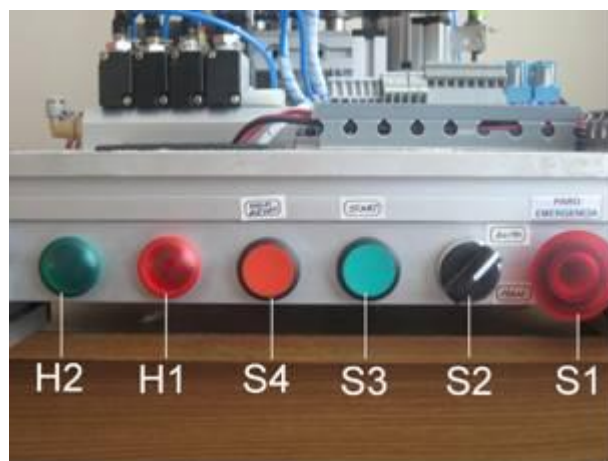


Figura 3.12. Componentes del Panel de Control.

3.5.2. MOTOR ELÉCTRICO DE 24V DC.

El motor eléctrico (M 1) es un motoreductor de corriente continua (Fig. 3.13.), está ubicado en la parte inferior de la mesa de indexación, el mismo que va acoplado a su estructura de soporte mediante una placa de sujeción, y por medio de un sistema de poleas y bandas establece el movimiento de giro del plato de la mesa de indexación en la Estación de Proceso.

Es importante que la tensión de ajuste de las bandas de transmisión de movimiento entre las poleas sea el adecuado.



Figura 3.13. Motor DC.

3.5.3. TALADRO ELÉCTRICO DE 2.4V DC.

El taladro eléctrico (M 2) es un dispositivo que trabaja con 2.4V de corriente continua (Fig. 3.14.) y es completamente funcional.

El taladro está ubicado en la parte delantera superior del módulo de taladrado y va montado en una placa la misma que va sujeta a un ángulo de sujeción de

aluminio que se acopla con el vástago del cilindro neumático, el mismo que se desplaza en el eje lineal de la estructura de soporte del módulo de taladrado.

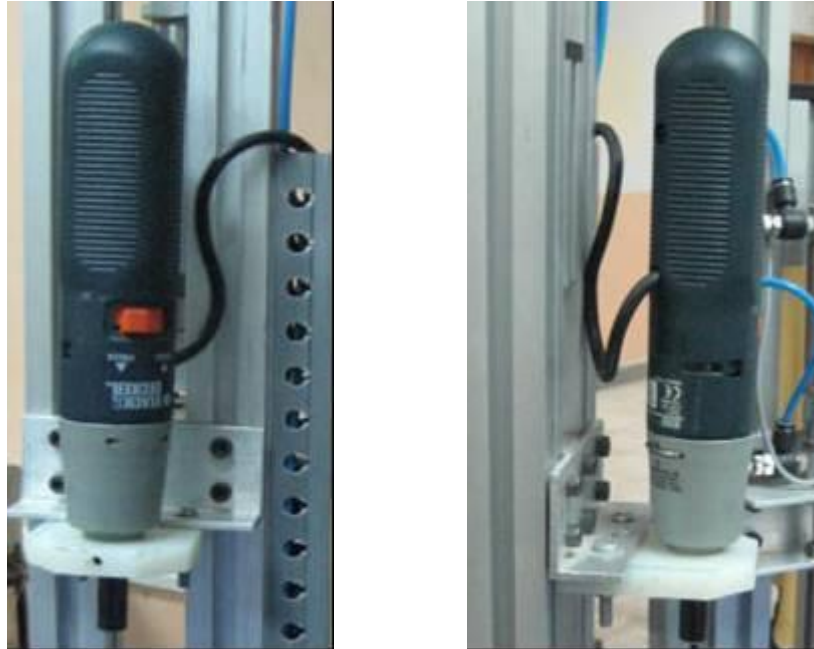


Figura 3.14. Taladro DC.

3.5.4. RELÉS DE CONTROL.

Los relés son unos dispositivos eléctricos, que tienen la función de controlar el accionamiento del motoreductor del plato giratorio de la mesa de indexación, así como el accionamiento del taladro en el módulo de taladrado. Las bobinas de estos relés funcionan a 24V DC.

Los relés van montados en una de las regletas ubicadas en la parte delantera sobre la estructura base. (Fig. 3.15.).

- El relé K1 controla el accionamiento del motoreductor de 24V DC (M1).
- El relé K2 controla el accionamiento del taladro de 2.4V DC (M2)



Figura 3.15. Relés de Control.

3.5.5. BORNERAS Y CABLEADO ELÉCTRICO .

Las borneras van montadas en las regletas que están ubicadas en la parte delantera sobre la estructura base (Fig. 3.16.)

1. Regletas.
2. Bloque de borneras.
3. Canaleta de cableado.
4. Cable flexible # 16 y # 18.

Tienen la finalidad de servir de unión de los puntos de conexión eléctrica de los diferentes dispositivos utilizados en la Estación de Proceso con las entradas y salidas del PLC.

Las conexiones para estos circuitos se realiza con cable flexible # 16 y # 18. El cableado va protegido y separado de los demás circuitos a través de las canaletas de cableado.

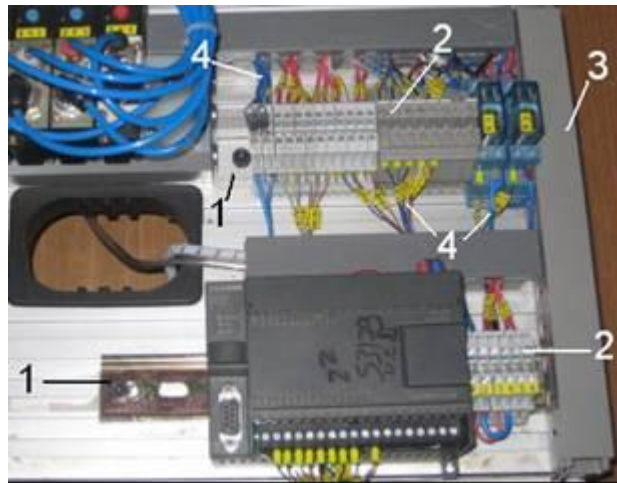


Figura 3.16. Cableado de Dispositivos Eléctricos.

La conexión entre los diferentes elementos eléctricos, se realiza según los circuitos requeridos para el funcionamiento del módulo de la Estación de Proceso (ver anexos 1, 2, 3).

3.6. MONTAJE DEL SISTEMA NEUMÁTICO.

Una de las tecnologías necesarias, para la Estación de Proceso, es el sistema neumático. Este sistema permite el funcionamiento de los diferentes elementos neumáticos del módulo de taladrado y mordaza de sujeción, módulo de verificación y del módulo de expulsión, así como del bloque de distribución y las electroválvulas, durante el proceso de trabajo.

El montaje del circuito neumático se realiza con la ayuda de herramientas como destornilladores, juego de llaves allen y cintas de teflón.

Se debe tener mucho cuidado al momento de realizar el montaje, cuidando de dejar las distancias adecuadas para el desplazamiento de los actuadores en los cilindros

El sistema puede trabajar con presión de aire de hasta 6 bares según las características de los elementos, para evitar daños se recomienda trabajar con 3 bares de presión.

3.6.1. ACTUADORES NEUMÁTICOS.

Los cilindros neumáticos van montados en unos ángulos de sujeción de aluminio, los mismos que se acoplan mediante pernos y tuercas cabeza de martillo, cada uno en su estructura de soporte. Los cilindros vienen con una guía roscada en los extremos, la misma que se introduce en el agujero del ángulo de sujeción y se aseguran mediante la tuerca de ajuste, (Fig. 3.17.).

1. Cilindros.
2. Tuerca de ajuste.
3. Ángulo de sujeción.
4. Estructura de soporte.

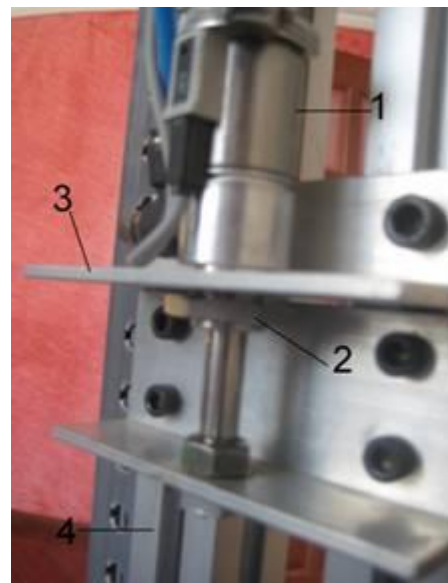
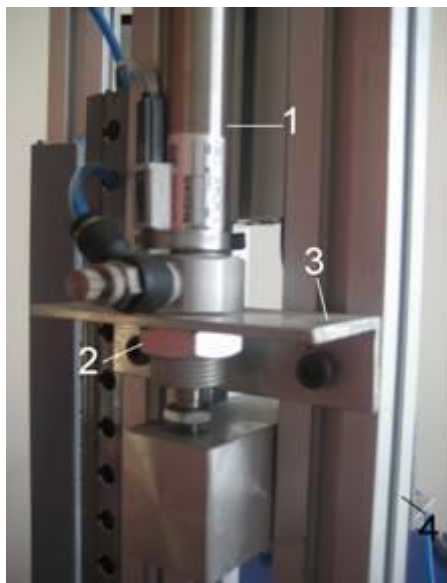


Figura 3.17. Montaje de Cilindros Neumáticos.

Para la mordaza de sujeción (Fig. 3.18.) se tiene un cilindro neumático de doble efecto CDE1 con una carrera de 50mm

El cilindro está montado en la parte trasera inferior de su estructura de soporte del módulo de taladrado (a la altura de la mesa de indexación), va sujeto a un ángulo de aluminio y acoplado al soporte horizontal del marco portaherramientas del módulo de taladrado mediante un perno y tuerca de sujeción.

La velocidad de avance del vástago es controlada por una válvula reguladora de caudal VQ1.

La posición final del cilindro esta monitoreada por un sensor magnético de posición SP1.

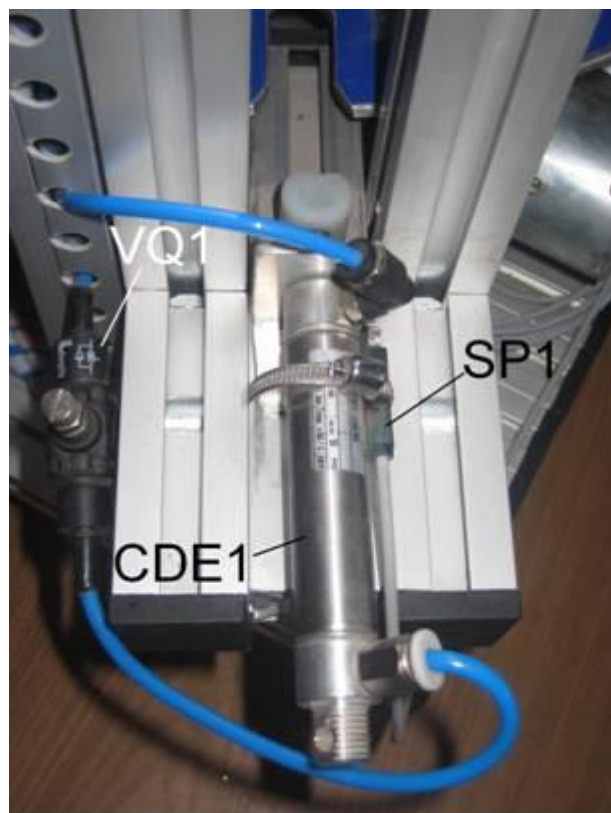


Figura 3.18. Elementos Neumáticos en Mordaza de Sujeción.

Para el desplazamiento del taladro (Fig. 3.19.), se tiene un cilindro neumático de doble efecto CDE2 que opera el desplazamiento vertical del taladro con un alcance de movimiento de 80mm.

El cilindro se encuentra montado en la parte trasera superior de su estructura de soporte. La punta del vástago está acoplado en el soporte de desplazamiento vertical del módulo de taladrado.

La velocidad de desplazamiento del vástago del cilindro puede ser regulada a través de las válvulas reguladoras de caudal VQ2A y VQ2B.

La posición final del cilindro está monitoreada por un sensor magnético de posición SP2.

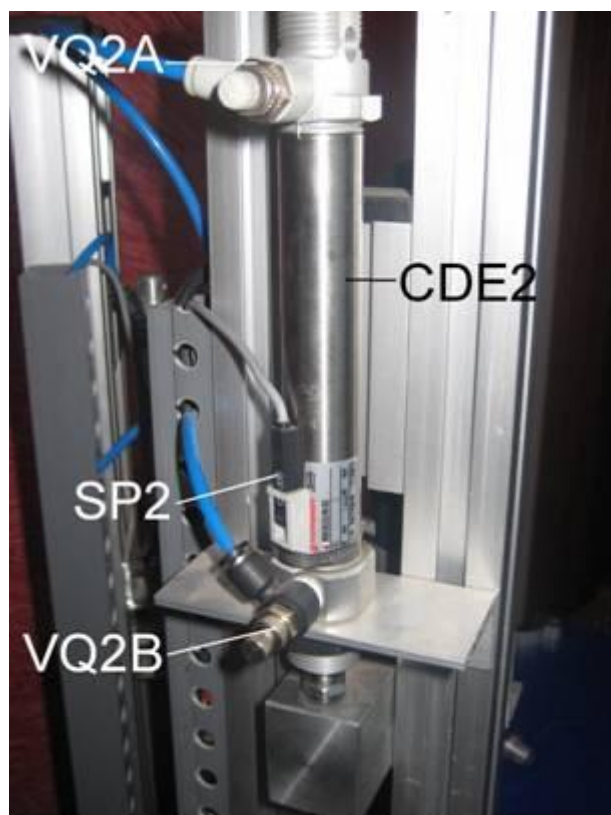


Figura 3.19. Elementos Neumáticos del Módulo de Taladrado.

Para el módulo de verificación (Fig. 3.20.), se tiene un cilindro neumático de doble efecto CDE3 que opera el desplazamiento vertical del módulo con un alcance de movimiento de 80mm.

El cilindro se encuentra montado en la parte delantera superior de su estructura de soporte. La punta del vástago va acoplada a un ángulo de aluminio que se desplaza en el eje vertical de la estructura de soporte.

La velocidad de desplazamiento del vástago del cilindro puede ser regulada a través de las válvulas reguladoras de caudal VQ3A y VQ3B.

La posición final del cilindro está monitoreada por un sensor magnético de posición SP3.



Figura 3.20. Elementos Neumáticos en Módulo de Verificación.

Para el módulo de expulsión (Fig. 3.21.), se tiene un cilindro neumático de simple efecto CSE1 que opera el desplazamiento horizontal del vástago en el módulo con un alcance de movimiento de 50 mm.

El cilindro se encuentra montado en su estructura de soporte, la misma que está acoplada en el lado lateral derecho de la estructura de soporte del módulo de verificación.

La velocidad de avance del vástago es controlada por una válvula reguladora de caudal VQ4.



Figura 3.21. Elementos Neumáticos en Módulo de Expulsión.

3.6.2. VÁLVULAS REGULADORAS DE CAUDAL.

Las válvulas reguladoras permiten el accionar controlado de la velocidad de desplazamiento de los cilindros neumáticos dentro del circuito neumático utilizado en este proceso, lo cual da una mejor comodidad de trabajo.

Para el control de los cilindros tenemos las siguientes válvulas reguladoras.

- VQ 1 (Fig. 3.18.) regula la velocidad de salida del vástago de la mordaza de sujeción.
- VQ 2A y VQ 2B (Fig. 3.19.) regulan la velocidad de retorno y salida del vástago respectivamente, para el desplazamiento vertical del taladro.
- VQ 3A y VQ 3B (Fig. 3.20.) regulan la velocidad de retorno y salida del vástago respectivamente, para el desplazamiento vertical del módulo de verificación.
- VQ 4 (Fig. 3.21.) regula la velocidad de salida del vástago del módulo de expulsión.

3.6.3. BLOQUE DE VÁLVULAS DE DISTRIBUCIÓN.

El bloque de válvulas de distribución (Fig. 3.22.), va montado en la parte delantera, sobre la estructura base.

Está compuesto por un bloque neumático con sistema de silenciadores, sobre este bloque de distribución van acopladas 4 electroválvulas 5/2 (5 posiciones, 2 vías), monoestables, los impulsos de las bobinas de estas electroválvulas son de 24V DC.

1. Electroválvula EV 1 controla el accionamiento del cilindro CDE 1 de la mordaza de sujeción.

2. Electroválvula EV2 controla el accionamiento del cilindro CDE2 en el módulo de taladrado.
3. Electroválvula EV3 controla el accionamiento del cilindro CDE3 en el módulo de verificación.
4. Electroválvula EV4 controla el accionamiento del cilindro CSE1 en el módulo de expulsión.
5. Bloque de distribución.
6. Silenciadores.
7. Toma de alimentación de aire.



Figura 3.22. Bloque de Válvulas de Distribución.

La línea de alimentación de aire comprimido, se conecta al bloque de las válvulas de distribución y de aquí hacia las electroválvulas 5/2 a la posición de

reposo; se ubica un tapón en una de las vías de distribución de la electroválvula EV 4 debido a la utilización de un cilindro de simple efecto, el bloque de válvulas de distribución contienen dos silenciadores, los cuales cumplen la función de disminuir el ruido producido por el aire comprimido.

Al accionarse las electroválvulas EV 1 y EV 4, el aire comprimido ingresa a las válvulas reguladoras de caudal VQ 1 y VQ 4 y según la calibración de velocidad de las mismas, se activarán los cilindros de doble efecto CDE 1 y simple efecto CSE 1 respectivamente. Al desactivarse las electroválvulas retorna el aire comprimido sin restricción en las válvulas de caudal y se escapa el aire comprimido través del silenciador al ambiente.

Al accionarse las electroválvulas EV 2 y EV 3, el aire comprimido ingresa a los cilindros neumáticos de doble efecto CDE 2 y CDE 3 respectivamente y accionan los vástagos en los cilindros, la velocidad de salida de los vástagos es controlado por las válvulas reguladoras de caudal VQ 2B y VQ 3B según su calibración, y la velocidad de retorno de los vástagos es controlado por las válvulas reguladoras de caudal VQ 2A y VQ 3A según su calibración. Al desactivarse las electroválvulas EV 2 y EV 3, regresa el aire comprimido al bloque de distribución neumático y se escapa a través del silenciador al ambiente.

En caso de presentarse cortes del suministro de energía en el sistema, las electroválvulas retornan a la posición de reposo a través del accionamiento del resorte.

3.6.4. MANGUERAS Y RÁCORES.

Las conexiones de aire entre los diferentes elementos neumáticos se realizan de acuerdo al diagrama neumático (ver anexo 4).

Para este caso las conexiones están hechas mediante el uso de manguera flexible y acoples rápidos de tecnopolímero, lo que facilita la rápida instalación del sistema de alimentación de aire en el equipo (Fig. 3.23.).

No se requiere de herramienta alguna para la inserción o remoción de la manguera en la conexión; lo cual simplifica las tareas de ensamble, reparación o modificación en la instalación de la estación de proceso.



Figura 3.23. Unión entre Manguera Flexible y Racor.

3.7. MONTAJE DE SENSORES.

Al realizar el montaje de los sensores, es importante asegurar una buena sujeción en su estructura de soporte, para evitar futuros errores en el funcionamiento de los mismos.

No hay que tirar ni apretar el cable y es importante evitar movimientos continuos entre el cable y el sensor.

No se debe superar los límites de la temperatura indicada y no se puede someter estos dispositivos a vibraciones fuertes o a golpes que pueden causar daño al sensor o comprometer su impermeabilidad.

El montaje de los diferentes tipos de sensores que van acoplados a los dispositivos que se utilizan en la Estación de Proceso se detalla a continuación:

3.7.1. SENSOR INDUCTIVO.

El sensor inductivo SP4 (Fig. 3.24.) se ubica debajo del plato de la mesa de indexación y está situado en la parte posterior derecha sobre la estructura base de la Estación de Proceso, el sensor va sujeto a un ángulo de aluminio, que está montado en su estructura de soporte.

Tiene la función de detectar las seis posiciones finales de la mesa de indexación, las cuales están definidas por los tornillos de posicionado, los mismos que están ubicados en la parte inferior de la mesa.

El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza, moviendo el sensor en su soporte mediante la tuerca de regulación que tiene incorporada, hasta que el tornillo de posicionamiento del plato, ingrese en el campo de detección del sensor y esté en el rango de distancia adecuado de operación, en ese momento se prendera la luz LED del sensor que indica que está activado.

Se debe tener cuidado al apretar las tuercas del sensor, haciendo solamente la fuerza necesaria para fijar el detector, pues podría estropearse al ejercer una fuerza excesiva.

A continuación se detallan los elementos utilizados en el montaje del sensor inductivo.

1. Sensor Inductivo.
2. Tuercas de ajuste y regulación.
3. Ángulo de sujeción.
4. Estructura de soporte.
5. Tornillo de posicionamiento del plato.

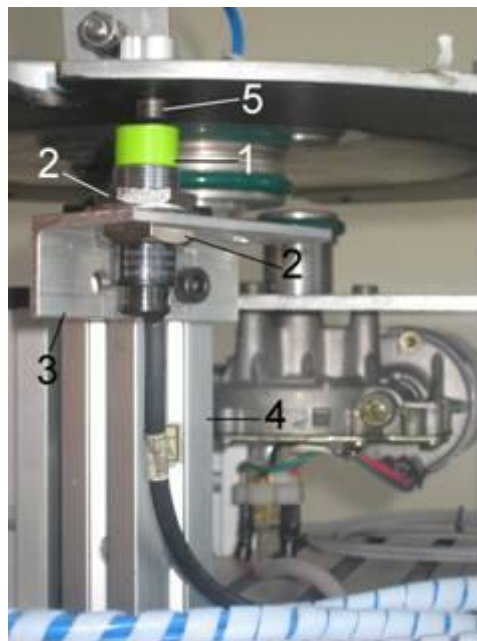


Figura 3.24. Montaje del Sensor Inductivo.

3.7.2. SENSOR ÓPTICO DE BARRERA.

El sensor óptico SP5 (Fig. 3.25.) se ubica debajo del plato de la mesa de indexación y está situado en la parte posterior izquierda sobre la estructura base de

la Estación de Proceso, va acoplado a un ángulo de aluminio, que está montado en su estructura de soporte.

Tiene la función de detectar la existencia de la pieza de trabajo en cada uno de los seis retenedores semicirculares ubicados en el plato giratorio de la mesa de indexación.

A continuación se detallan los elementos utilizados en el montaje del sensor óptico.

1. Sensor óptico.
2. Tuercas de ajuste y regulación.
3. Ángulo de sujeción.
4. Estructura de soporte.
5. Retenedor semicircular.
6. Pieza de trabajo.

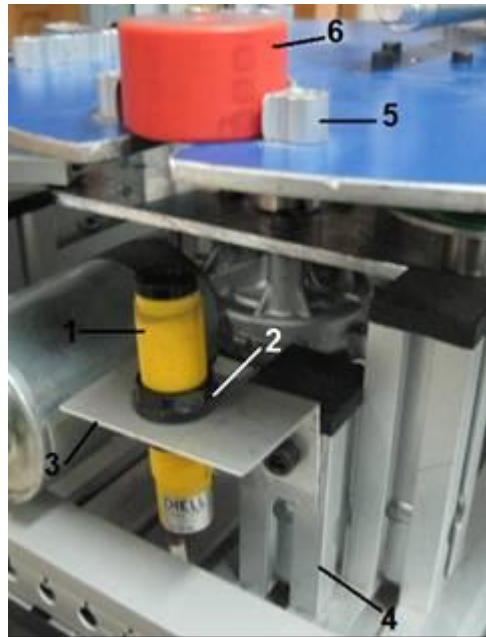


Figura 3.25. Montaje de Sensor Óptico.

El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza, moviendo el sensor en su soporte mediante la tuerca de regulación que tiene incorporada, hasta que la pieza de trabajo corte el haz de luz emitido por el sensor y esté en el rango de distancia adecuado de operación, en ese momento se prendera la luz LED del sensor que indica que está activado.

Se debe tener cuidado al apretar las tuercas del sensor, haciendo solamente la fuerza necesaria para fijar el detector, pues podría estropearse al ejercer una fuerza excesiva.

3.7.3. SENSORES MAGNÉTICOS DE POSICIÓN EN CILINDROS NEUMÁTICOS.

Los sensores magnéticos de posición (Fig. 3.26.) son utilizados en los cilindros neumáticos y sirven para monitorear la posición final de los vástagos en los cilindros.

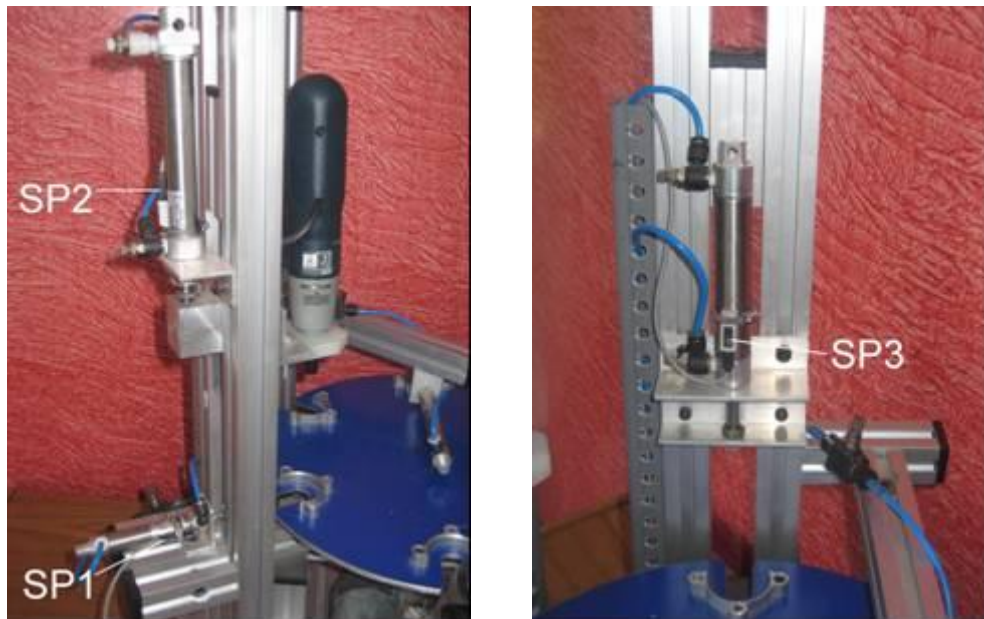


Figura 3.26. Montaje de Sensores Magnéticos.

Los sensores magnéticos de posición van directamente montados sobre los cilindros neumáticos, al extremo de la salida de cada cilindro y sujetos con abrazaderas de aluminio.

La regulación se la realiza moviendo suavemente el sensor sobre la carcasa del cilindro y desplazando el vástago hasta que el sensor se encuentran dentro del campo magnético generado por el imán del pistón en el cilindro, entonces la luz LED del sensor se prendera indicando que el sensor está activado.

CAPÍTULO IV

4. PROGRAMACIÓN DE LA ESTACIÓN DE PROCESO .

Previo al desarrollo de la programación del equipo, para el efecto se elabora toda la documentación necesaria, consistente de etapas de funcionamiento y sus transiciones, que pongan a prueba las operaciones individuales del módulo de la Estación de Proceso.

La programación de los diferentes subsistemas de la instalación, se ejecuta de manera que se pueda implementar las funciones básicas para la operación del módulo.

Se debe tener cuidado cuando se programe la secuencia de funcionamiento del módulo de la Estación de Proceso, con la finalidad de evitar en lo posible los errores involuntarios.

4.1. SEÑALES DE E/S .

La identificación de las entradas y salidas que se asignaran al PLC, de los diferentes dispositivos utilizados en este módulo, se detallan en la tabla 4.1.

Tanto las entradas así como las salidas deben estar correctamente identificadas y numeradas, para poder realizar la conexión respectiva al PLC, así como para poder asignar las direcciones correctas de cada una de las entradas y salidas, al desarrollar el programa en el software que se vaya a utilizar para el efecto.

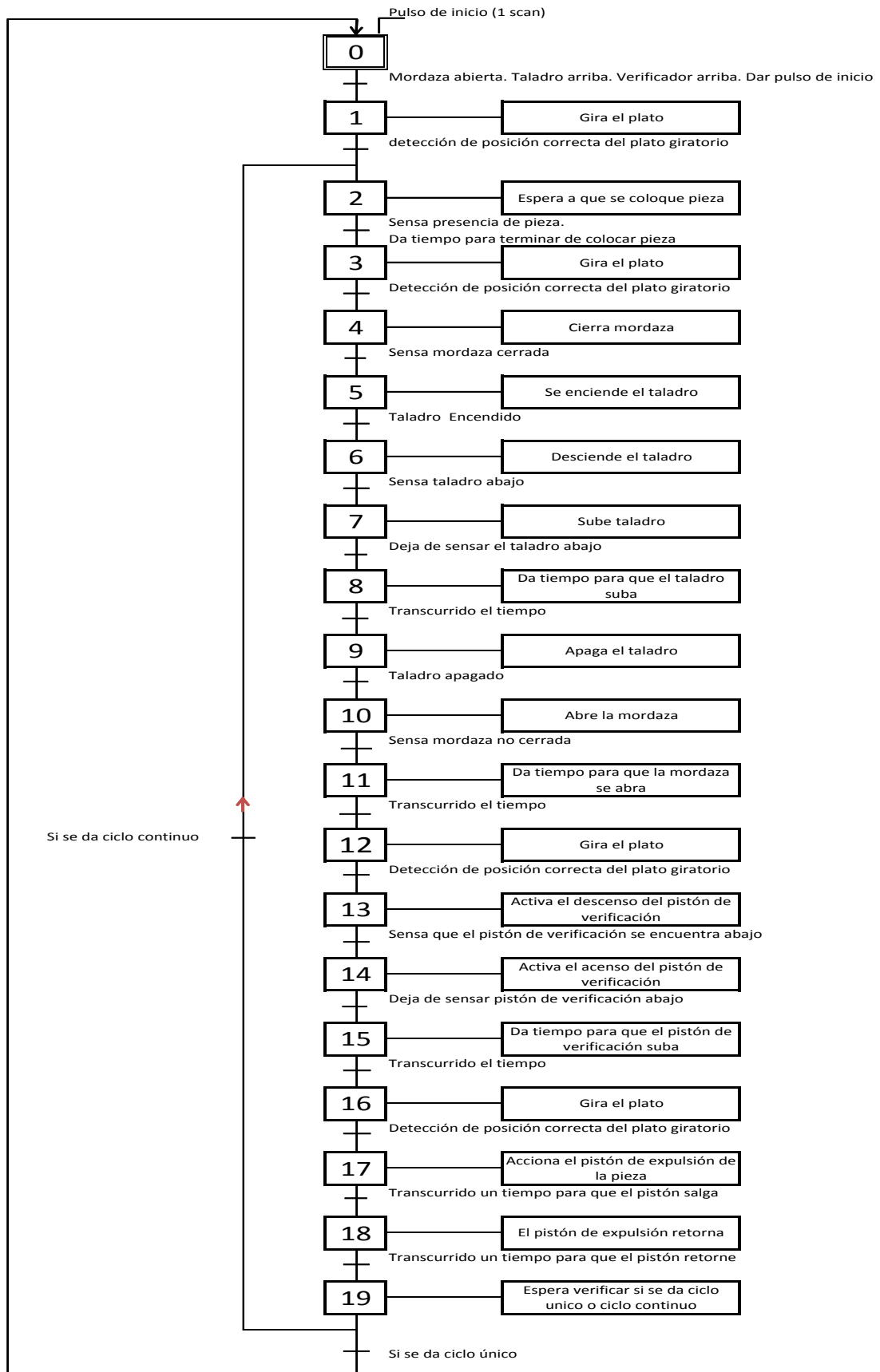
TABLA 4.1. CODIFICACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES				
E / S		TAG	DESCRIPCIÓN	COLOR CABLE
ENTRADA	I0.0	S1	Botón de Paro de Emergencia	Café con negro
ENTRADA	I0.1	S2	Selector de Posición Manual / Auto	Negro
ENTRADA	I0.2	S3	Pulsador inicio de ciclo	Blanco
ENTRADA	I0.3	S4	Pulsador de Reset	Rojo
ENTRADA	I0.4	SP1	Sensor de posición CDE1 mordaza	Azul con negro
ENTRADA	I0.5	SP2	Sensor de posición CDE2 taladro	Celeste
ENTRADA	I0.6	SP3	Sensor de posición CDE3 verificación	Azul
ENTRADA	I0.7	SP4	Sensor Inductivo posición plato giratorio	Blanco
ENTRADA	I1.0	SP5	Sensor Óptico para detección de pieza	Rojo
SALIDA	Q0.0	K1	Bobina para accionar motor M1	Café
SALIDA	Q0.1	K2	Bobina para accionar taladro M2	Gris con negro
SALIDA	Q0.2	EV1	Electroválvula para CDE1 Mordaza	Verde
SALIDA	Q0.3	EV2	Electroválvula para CDE2 Taladro	Amarillo
SALIDA	Q0.4	EV3	Electroválvula para CDE3 Verificación	Lila
SALIDA	Q0.5	EV4	Electroválvula para CSE1 Expulsión	Rosado con negro
SALIDA	Q0.6	H1	Lámpara indica módulo parado	Gris
SALIDA	Q0.7	H2	Lámpara indica módulo en operación	Tomate

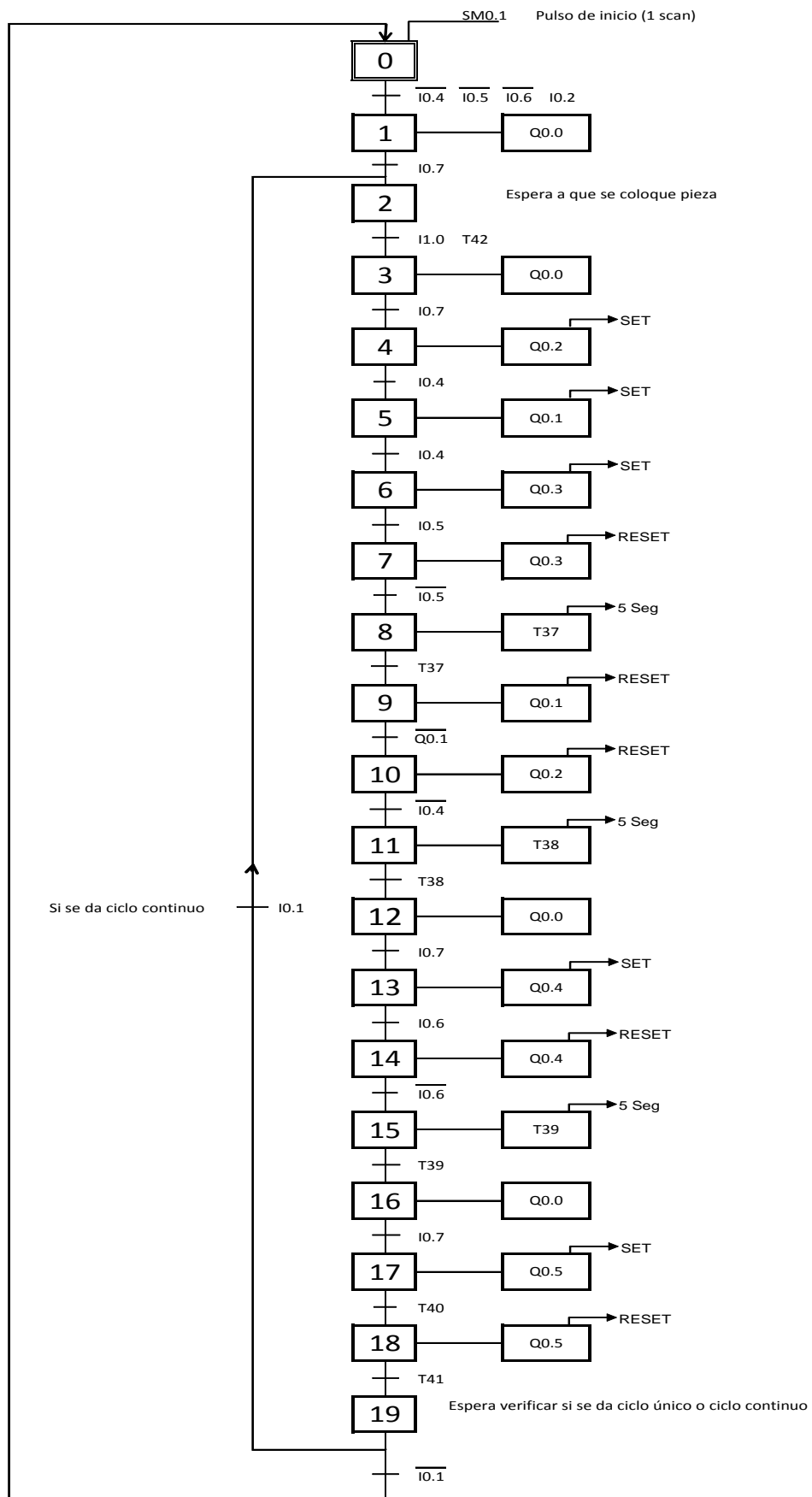
4.2. GRAFCET.

Identificadas las señales de entradas y salidas, se aplica el método de programación Grafcet para determinar la secuencia de funcionamiento del módulo.

4.2.1. GRAFCET DE PRIMER NIVEL.



4.2.2. GRAFCET DE SEGUNDO NIVEL.



4.2.3. ASIGNACIÓN DE MEMORIAS Y ECUACIONES.

La asignación de memorias y ecuaciones a cada etapa del programa se detallan en la tabla 4.2.

TABLA 4.2. ASIGNACIÓN DE MEMORIAS Y ECUACIONES

ETAPA	MEMORIA	ECUACIONES
E 0	M 0.0	$= SM0.1 + M2.3 \overline{I0.1} + M0.0 \overline{M0.1}$
E 1	M 0.1	$= M0.0 \overline{I0.4} \overline{I0.5} \overline{I0.6} \overline{I0.2} + M0.1 \overline{M0.2}$
E 2	M 0.2	$= M0.1 \overline{I0.7} + M2.3 \overline{I0.1} + M0.2 \overline{M0.3}$
E 3	M 0.3	$= M0.2 \overline{I1.0} T42 + M0.3 \overline{M0.4}$
E 4	M 0.4	$= M0.3 \overline{I0.7} + M0.4 \overline{M0.5}$
E 5	M 0.5	$= M0.4 \overline{I0.4} + M0.5 \overline{M0.6}$
E 6	M 0.6	$= M0.5 \overline{I0.4} + M0.6 \overline{M0.7}$
E 7	M 0.7	$= M0.6 \overline{I0.5} + M0.7 \overline{M1.0}$
E 8	M 1.0	$= M0.7 \overline{I0.5} + M1.0 \overline{M1.1}$
E 9	M 1.1	$= M1.0 T37 + M1.1 \overline{M1.2}$
E 10	M 1.2	$= M1.1 \overline{Q0.1} + M1.2 \overline{M1.3}$
E 11	M 1.3	$= M1.2 \overline{I0.4} + M1.3 \overline{M1.4}$
E 12	M 1.4	$= M1.3 T38 + M1.4 \overline{M1.5}$
E 13	M 1.5	$= M1.4 \overline{I0.7} + M1.5 \overline{M1.6}$
E 14	M 1.6	$= M1.5 \overline{I0.6} + M1.6 \overline{M1.7}$
E 15	M 1.7	$= M1.6 \overline{I0.6} + M1.7 \overline{M2.0}$
E 16	M 2.0	$= M1.7 T39 + M2.0 \overline{M2.1}$
E 17	M 2.1	$= M2.0 \overline{I0.7} + M2.1 \overline{M2.2}$
E 18	M 2.2	$= M2.1 T40 + M2.2 \overline{M2.3}$
E 19	M 2.3	$= M2.2 T41 + M2.3 \overline{M0.2} \overline{M0.0}$

4.3. DISEÑO DE PROGRAMA EN SOFTWARE PARA PLC.

El software utilizado para la programación ha sido el STEP 7-Micro/WIN 32 (versión 4.0).

Para instalar el software de programación STEP 7-Micro/WIN se precisa de un PC o una unidad de programación Siemens (PG) con un sistema operativo de

Microsoft. El software corre tanto bajo el sistema operativo Windows 95/98, 2000 o Windows XP.

La rutina de instalación encuentra el programa de Setup en el CD de STEP 7-Micro/WIN. El asistente de instalación arranca automáticamente al insertar el CD en el PC, a continuación se debe seguir las instrucciones del programa de instalación.

En la carpeta **SIMATIC**, a la que se llega por el menú Inicio, se encuentra la carpeta **STEP 7-Micro/WIN**. En ésta se encuentra el ícono de inicio de **STEP 7-Micro/WIN**. Con un simple clic se arranca el programa. (Fig. 4.1.)

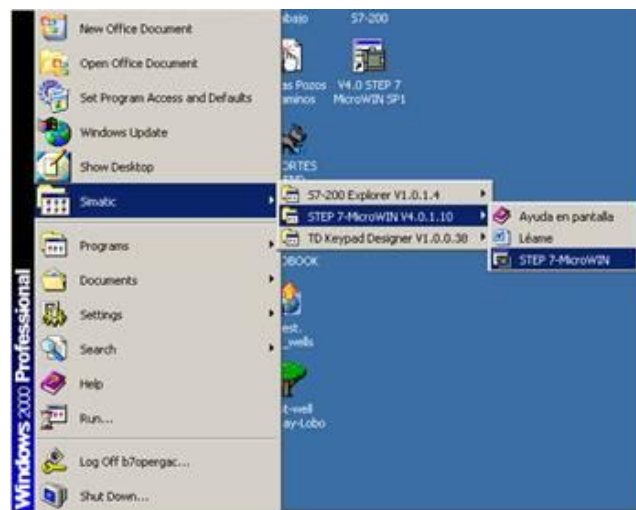


Figura 4.1 Inicio de Software de Programación en PC.

Posterior a la instalación del software de programación STEP 7-Micro/WIN se procede a diseñar el circuito de control del ciclo de operación para seguir con el proceso de programación.

El programa de control se ha creado de forma modular, de manera que sea sencillo el diagnóstico de posibles errores, así como las posteriores modificaciones que puedan realizarse (ver anexo 5).

4.4. CARGAR EL PROGRAMA EN PLC.

El control de la Estación de Proceso se realiza mediante un micro-PLC SIEMENS SIMATIC, del tipo S7-200. CPU 224 AC/DC/Relé (ver anexo 16).

Todos los proyectos de STEP 7-Micro/WIN están asociados a un determinado tipo de CPU (CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 224XP ó CPU 226). Asegurarse de escoger el tipo de CPU adecuado antes de cargar el programa en el PLC.

4.4.1. TRANSMISIÓN DE DATOS PG/PC - PLC.

En la barra de herramientas, haga clic en el botón "Cargar" o elija el comando de menú **Archivo > Cargar** para cargar el programa en la CPU (ver. Fig. 4.2). Haga clic en "Aceptar" para cargar los elementos de programa en el PLC S7-200.

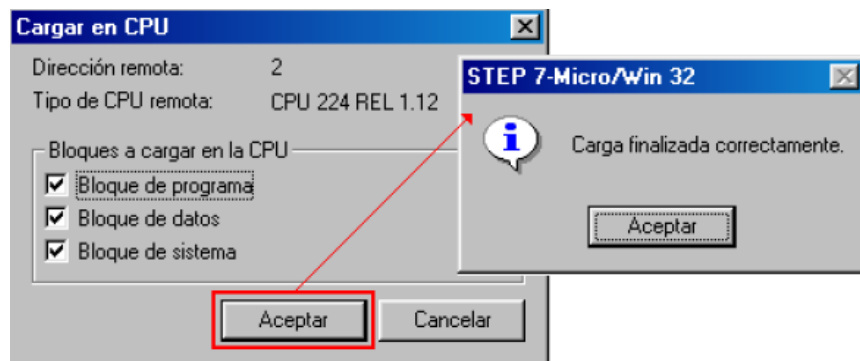


Figura 4.2 Transmisión de datos PG/PC-PLC.

4.4.2. TRANSMISIÓN DE DATOS PLC - PG /PC.

La opción Cargar en PG realiza el proceso contrario, es decir, carga el programa que tiene el autómata en la memoria, al Micro/WIN.

En la barra de herramientas, haga clic en el botón “Descargar” o elija el comando de menú **Archivo > Descargar** para cargar el programa en la PC (ver. Fig. 4.2). Haga clic en “Aceptar” para cargar los elementos de programa.

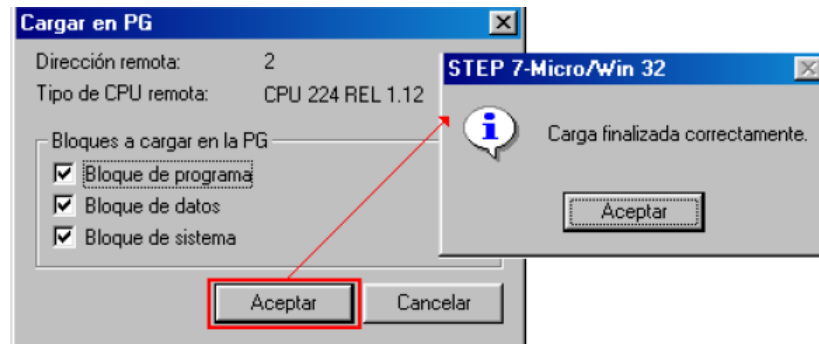


Figura 4.2 Transmisión de datos PLC - PG / PC.

4.4.3. PONER EL S7-200 EN MODO RUN / STOP.

Mediante la opción RUN, el S7-200 puede ejecutar el programa y observar su funcionamiento real a través del PLC. Para que STEP 7-Micro/WIN pueda poner el S7-200 en modo RUN, el selector de modo de la CPU debe estar en posición TERM o RUN.

En la barra de herramientas, haga clic en el botón “RUN” o elija el comando de menú **CPU > RUN**. Haga clic en “Aceptar” para cambiar el modo de operación del S7-200 (ver Fig. 4.3.)

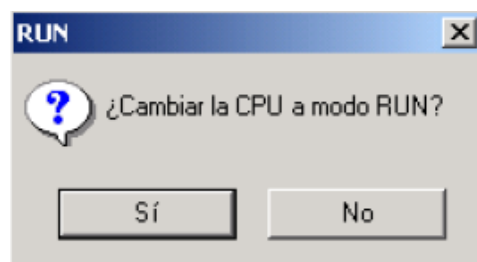


Figura 4.3 Programa en Modo RUN.

Para detener la ejecución del programa, cambie el S7-200 a modo STOP haciendo clic en el botón "STOP" de la barra de herramientas, o bien eligiendo el comando de menú **CPU > STOP** (ver Fig. 4.3.)

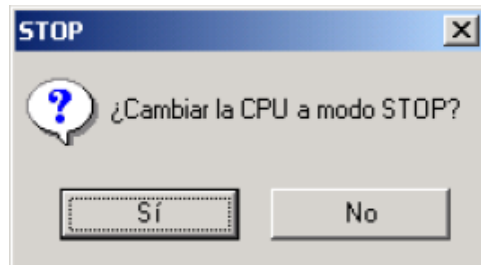


Figura 4.4 Programa en Modo STOP.

4.5.FUNCIONAMIENTO DE LOS MÓDULOS DE SOFTWARE INDIVIDUALES.

El programa de control de la Estación permite el funcionamiento de la misma en dos modalidades:

- Ciclo único.
- Ciclo continuo.

Mediante el Panel de control podremos determinar el modo de trabajo.

4.5.1. CICLO ÚNICO.

La estación realiza una sola vez el ciclo de trabajo, quedando en stop al terminar la secuencia.

4.5.2. CICLO CONTINUO.

La estación trabaja cada vez que reciba piezas. Solo se detendrá a causa de un defecto o mediante una petición de paro (Parada de emergencia).

4.6. PROGRAMA SUPERVISOR.

Los programas que se encuentran en la Estación de Proceso son:

4.6.1. MÓDULO RESET (PUESTA A CERO).

1. Retirar todas las piezas que se encuentren en los puntos de trabajo de la estación.
2. Pulsando Reset, la Estación de Proceso comienza la secuencia de puesta a cero.
3. Al terminar, la Estación queda en lo que se denomina habitualmente Posición Inicial.

4.6.2. MÓDULO DE COORDINACIÓN (POSICIÓN INICIAL).

Es la situación tal que los elementos de la estación se encuentran listos para realizar la secuencia de trabajo al recibir la orden de marcha. Siempre se debe partir de esta situación.

- Mesa detenida en posición inicial y sin piezas de trabajo en la misma.
- Actuador de CDE1 del módulo de taladrado retraído y taladro parado.
- Actuador de CDE2 de la mordaza retraído
- Actuador de CDE3 del módulo de verificación retraído.
- Actuador de CSE1 del módulo de expulsión retraído.
- Botón de paro de emergencia desactivado.

Si todo ha sido correcto hasta el momento:

- **Reset** queda apagado (estación iniciada, sin defectos)
- **Start** se enciende (posición inicial, libre)

4.6.3. MÓDULO DE SECUENCIA DE TRABAJO PARA LA ESTACIÓN.

Al pulsar **Start**, se activa la secuencia de trabajo, que funciona de forma ininterrumpida, mirando si hay pieza en la entrada de la mesa de indexación, se activa el programa de control para cada paso del sistema de proceso (taladrado, verificación y expulsión), entonces la mesa realiza avances para transferir las piezas en proceso hacia la salida.

A continuación, se describe el proceso de trabajo para una sola pieza:

1. Mediante el selector de posición S2, se selecciona el modo de trabajo.
2. Se pulsa el botón de inicio de ciclo S3, en ese momento el relé K1 acciona el motor (M1), el mismo que hace girar la mesa de indexación, entonces esta avanza un paso, hasta que el sensor inductivo de posicionamiento de la mesa SP4 detecta la posición correcta del plato.
3. El sensor óptico SP5 verifica si existe la presencia de la pieza de trabajo en la entrada (retenedor semicircular), y espera a que esta sea colocada, en el momento que SP5 detecta la existencia de la pieza de trabajo, transcurre un tiempo (T42) de seguridad, el cual da el tiempo necesario para que la pieza de trabajo este bien posicionada y el plato giratorio no avance al siguiente paso, en el instante mismo en que detecta la pieza de trabajo.

4. Luego de transcurrido el tiempo (T42), el relé K1 acciona el motor (M1), el mismo que hace girar la mesa de indexación, entonces esta avanza un paso, hacia la posición del módulo de taladrado y sujeción, hasta que el sensor inductivo de posicionamiento de la mesa SP4 detecta la posición correcta del plato.
5. La electroválvula EV1 acciona el pistón del cilindro CDE1, el mismo que sale y fija la pieza mediante la mordaza. En ese momento el sensor magnético de posición SP1 detecta que el vástago de la mordaza esta afuera.
6. El relé K2 acciona el taladro.
7. La electroválvula EV2 acciona el pistón del cilindro CDE2, el mismo que sale y baja el taladro a mecanizar la pieza. En ese momento el sensor magnético de posición SP2 detecta que el pistón de CDE2 está afuera.
8. Se desactiva la electroválvula EV2 y el pistón del cilindro CDE2 regresa, SP2 deja de sensor que el pistón de CDE2 está afuera y se da un tiempo (T37) para que el taladro retorne a su posición inicial.
9. Transcurrido el tiempo (T37), el taladro se apaga.
10. Se desactiva la electroválvula EV1 y el pistón del cilindro CDE1 regresa la mordaza, SP1 deja de sensor que el pistón de CDE1 está afuera y se da un tiempo (T38) para que la mordaza retorne a su posición inicial.
11. Transcurrido el tiempo (T38), el relé K1 acciona el motor (M1), el mismo que hace girar la mesa de indexación, entonces esta avanza un paso, hacia la

posición del módulo de verificación, hasta que el sensor inductivo de posicionamiento de la mesa SP4, detecta la posición correcta del plato.

12. La electroválvula EV3 acciona el pistón del cilindro CDE3, el mismo que sale y baja a verificar la pieza. En ese momento el sensor magnético de posición SP3 detecta que el vástago de CDE3 esta afuera.

13. Se desactiva la electroválvula EV3 y el pistón del cilindro CDE3 regresa, SP3 deja de sensar que el pistón CDE3 está abajo y se da un tiempo (T39) para que el pistón del módulo verificador retorne a su posición inicial.

14. Transcurrido el tiempo (T39), el relé K1 acciona el motor (M1), el mismo que hace girar la mesa de indexación, entonces esta avanza un paso, hacia la posición del módulo de expulsión, hasta que el sensor inductivo de posicionamiento de la mesa SP4, detecta la posición correcta del plato.

15. La electroválvula EV4 acciona el pistón del cilindro CSE1, el mismo que sale y expulsa la pieza. Se da un tiempo (T40) para que el pistón salga.

16. Transcurrido el tiempo (T40) de salida del pistón, se desactiva la electroválvula EV4 y el pistón del cilindro CSE1 regresa, entonces se da un tiempo (T41) para que el pistón del cilindro CSE1 retorne a su posición inicial.

17. Vuelta al inicio.

CAPÍTULO V

5. MANUAL DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE PROCESO.

La presente Tesis contiene el manual del usuario donde se detallan las informaciones técnicas que permiten al usuario instalar el módulo y trabajar con el mismo de manera segura y correcta.

El personal que vaya a trabajar con este equipo debe tener conocimientos técnicos, ya que de esto depende la vida útil del módulo.

El módulo de la Estación de Proceso, se entrega con todos sus componentes:

- Montados y ajustados para funcionar.²
- Con sus elementos puestos a punto.
- Verificados el funcionamiento correcto.

5.1. NORMAS DE SEGURIDAD.

El módulo de la Estación de Proceso debe ser utilizado exclusivamente con fines didácticos y en condiciones absolutamente seguras.

Se deben observar siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad. Cualquier persona que trabaje con este equipo debe:

- Observar con especial atención las recomendaciones de seguridad.
- Deben respetarse las normas y regulaciones sobre prevención de accidentes, aplicables localmente.

² Ver Capítulo 3, Pág. 26 en adelante

El responsable del funcionamiento debe comprometerse en asegurar que el equipo es utilizado solamente por personas que:

- Estén familiarizadas y medianamente habituados a trabajar con las normas básicas relacionadas con la seguridad operativa y prevención de accidentes.
- Hayan recibido instrucciones en el manejo del equipo.

La falta de observación de las instrucciones de operación, transporte, almacenamiento, montaje, puesta a punto, funcionamiento, mantenimiento y preparación del equipo, puede crear situaciones riesgosas las mismas que pueden ocasionar daños físicos o lesiones al usuario o a terceras partes, así como la integridad del equipo.

5.2. RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA.

- El documento de la Tesis, es un Manual con toda la información técnica necesaria, por lo que es parte esencial de éste sistema, por lo tanto debe conservarse y permanecer junto al módulo de la Estación de Proceso.
- Los alumnos sólo deben trabajar en el equipo bajo la supervisión de un instructor.
- Observar los datos de las fichas técnicas³ de los componentes individuales del módulo de la Estación de Proceso.
- Verificar el estado del módulo, de presentarse anomalías avisar a la persona encargada.

³ Ver anexos (9 – 17) al final de la Tesis.

- Las conexiones eléctricas entre los diferentes dispositivos de la Estación de Proceso, deben establecerse y desconectarse sólo cuando la tensión principal esté cortada.
- Utilizar sólo las tensiones requeridas para el funcionamiento de los elementos⁴.
- No sobrepasar la presión admisible de operación de los elementos neumáticos del módulo.
- No aplicar el aire comprimido hasta que no se hayan establecido y asegurado todas las uniones neumáticas.
- No desconectar conductos de aire que estén bajo presión.
- Hay que tener especial cuidado al aplicar el aire comprimido. Los cilindros pueden avanzar o retroceder tan pronto se aplique el aire comprimido.
- Montar todos los componentes en su sitio de forma segura.
- No intervenir manualmente a no ser que la máquina se halle parada.
- Evitar la manipulación excesiva del cableado de sensores para evitar averías.
- No se debe retirar las protecciones instaladas en el equipo.
- Cualquier modificación o intervención que altere la estructura, el ciclo de funcionamiento deberá ser autorizado por el departamento correspondiente y realizado por el personal especializado.

⁴ Ver Cap. 5. Pag.65 Suministro de energía.

- La sustitución de partes, elementos o componentes en el equipo debe hacerse en correspondencia con los originales⁵.
- Para la realización de trabajos de mantenimiento en el módulo, se deberá desconectar la alimentación eléctrica y neumática con el fin de evitar inconvenientes al estudiante y al equipo.
- Realizar una limpieza minuciosa y adecuada de la Estación, para evitar la presencia de polvo y partículas extrañas que pueden afectar todos los componentes.
- No hay que utilizar los sensores en presencia de solventes orgánicos, líquidos o ácidos de cualquier tipo.
- Es importante la sujeción de los sensores, para evitar futuros errores en el funcionamiento de los mismos.

5.3. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

El módulo de la Estación de Proceso, opera con diferentes fuentes de alimentación que suministran voltajes DC:

- Una fuente de alimentación que suministra 24V DC al motor del plato giratorio de la mesa de indexación, así como a las bobinas de las electroválvulas, relés, sensores, pulsadores y lámparas.
- Una fuente de alimentación que suministra 2.4V DC para operar el motor del taladro.

⁵ Ver anexos (9 – 17) al final de la Tesis.

- El PLC tiene su propia fuente de alimentación interna⁶, este se conecta directamente a la toma de 110V AC y la salida es de 24V DC.

5.4.SUMINISTRO DE AIRE.

La alimentación de aire se lo hace desde la toma principal hacia el módulo a través de una unidad de mantenimiento, en la misma se puede regular la presión de operación de la Estación de Proceso.

El sistema puede trabajar con presión de aire de hasta 6bar según las características de los elementos, para evitar daños se recomienda trabajar con 3bar de presión.

5.5.PUESTA A PUNTO DEL EQUIPO.

Realizado el montaje y la programación de la Estación de Proceso, se continúa con la puesta a punto, a través de las pruebas de funcionamiento de los sistemas.

La puesta a punto se limita normalmente a una verificación visual para asegurar que los cables, tubos y alimentaciones sean los correctos, y que todos los componentes del equipo funcionen adecuadamente.

Todos los componentes, sensores, válvulas, actuadores, relés, y cables están claramente marcados de forma que puedan establecerse fácilmente todas las conexiones.

Las instrucciones para la puesta a punto del módulo se describen a continuación.

⁶ Ver anexo 17D.

- Asegurar que la alimentación del aire comprimido y voltaje hacia el módulo se encuentren apagados.
- Revisar y realizar los ajustes necesarios de la estructura y demás componentes del módulo.
- Pasar los actuadores a la posición de inicio de acuerdo con el ciclo de operación establecido.
- Ajustar manualmente la posición de sensores en los actuadores de los cilindros neumáticos.
- Preparar el PLC de acuerdo a las designaciones detalladas en el manual de operación.⁷
- Conectar el suministro de aire comprimido y regular gradualmente la presión de operación⁸.
- Identificar y eliminar posibles fugas de aire en rácores, válvulas y mangueras flexibles.
- Conectar y verificar que el suministro de voltaje⁹ para cada uno de los elementos sea el requerido, para el buen funcionamiento de la Estación de Proceso.
- Chequear que funcionen las entradas y salidas mediante la observación en el software de la programación.

⁷ Ver anexo 17.

⁸ Ver Cap. 5. Pag.66. Suministro de aire.

⁹ Ver anexo 1. Diagramas de potencia.

- Chequear el ajuste y calibración del sensor inductivo para el posicionamiento de la mesa de indexación.¹⁰
- Chequear el ajuste y calibración del sensor óptico para la detección de la pieza de trabajo.¹¹
- Probar mediante el PLC las entradas y salidas al activar el botón de paro de emergencia.
- Correr el programa y comprobar que se encuentra con los tiempos de operación correctos.
- Comprobar que todas las funciones del panel de control se encuentren operando correctamente, para asegurarse de que no exista errores que puedan causar daños al personal y al equipo.

5.6. SECUENCIA DE ENCENDIDO Y OPERACIÓN.

Luego de que todas las partes del programa se han probado, la instalación se ha ajustado mecánicamente y se ha puesto a punto el equipo, la Estación de Proceso está lista para iniciar la secuencia de trabajo de acuerdo al modo de operación que se seleccione.

- Conectar el suministro de energía (fuentes de alimentación y PLC).
- Conectar el suministro de aire.
- Activar switch de encendido en la fuente de alimentación, colocar en posición ON

¹⁰ Ver Capítulo 3, Pág. 44. Montaje de sensor inductivo.

¹¹ Ver Capítulo 3, Pág. 45. Montaje de sensor óptico.

- Colocar el switch de encendido a la posición RUN en el PLC, en ese momento se encenderá la lámpara H1 (roja) de parada del equipo la misma que indica que el equipo está energizado pero en posición de reset.
- Verificar que botón de paro de emergencia se encuentre desactivado.
- Asegurarse de que la pieza de trabajo este colocada en la posición correcta en el plato giratorio de la mesa de indexación.
- Pulsar el botón de Reset (botón rojo).
- Seleccionar mediante el selector de posición el modo de operación Man/Auto.
- Pulsar botón de inicio de ciclo (botón verde), en ese momento se encenderá la lámpara H2 (verde) de encendido del equipo la misma que indica que el equipo está en operación.

5.7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO.

Las especificaciones técnicas de los diferentes componentes del equipo se detallan a continuación.

5.7.1. Estructura base del módulo.

- Dimensiones: 350 x 710 mm. (Sin tapas laterales).

5.7.2. Perfiles:

- Tipo: Cuadrado ligero de aluminio de 4 canales.
- Dimensiones: 30 x 30 mm.

5.7.3. Mesa de indexación.

- Posiciones del plato: 6 x 60°.
- Diámetro del plato: 350 mm.
- Altura con respecto a la base: 155 mm.

5.7.4. Motor para mesa de indexación.

- Marca: Bosch.
- Tensión nominal: 24 V DC.
- Velocidad de giro nominal: 6 rpm.

5.7.5. Taladro.

- Marca: Black & Decker.
- Tensión nominal: 24 V DC.
- Velocidad de giro nominal: 150 rpm.

5.7.6. Cilindro neumático de la mordaza de sujeción (ver anexo 9).

- Marca: Norgren.
- Tipo: RT/57216/M/50

5.7.7. Cilindro neumático del módulo de taladrado (ver anexo 9A)

- Marca: Norgren.
- Tipo: RM/8020/M/80

5.7.8. Cilindro neumático del módulo de verificación (ver anexo 9)

- Marca: Norgren.
- Tipo: RT/57220/M/80

5.7.9. Cilindro neumático del módulo de expulsión (ver anexos 9B)

- Marca: Norgren.
- Tipo: RT/57116/M/50

5.7.10. Válvulas reguladoras de caudal (ver anexos 10 y 10A).

5.7.11. Bloque de Electroválvulas 5/2 (ver anexo 11)

- Marca: Airtac.
- Modelo: 4V210-08

5.7.12. Sensores magnéticos de proximidad (ver anexo 12).

5.7.13. Sensor inductivo (ver anexo 13)

5.7.14. Sensor óptico (ver anexo 14)

5.7.15. Relés de control (ver anexos 15, 15A)

5.7.16. Botón de paro de emergencia, interruptor selector de posición, botones
pulsadores y lámparas de señalización (ver anexo 16)

5.7.17. PLC (ver anexos 17, 17A, 17B, 17C, 17D)

- Marca: Siemens. Simatic S7-200

5.8.DETECCIÓN DE FALLAS.

Probablemente, la ayuda mayor para localización de fallas proviene de la confianza que da el conocimiento mismo del sistema.

Puesto que cada uno de sus componentes tiene una finalidad determinada debe entenderse completamente su construcción, características y programas de funcionamiento. La capacidad para reconocer indicadores de problemas en un sistema determinado se adquiere usualmente mediante experiencia.

La Estación de Proceso contiene sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos, sensores y elementos de programación, por lo tanto de presentarse un problema se debe analizar en cada uno de los sistemas según la secuencia lógica que activan al dispositivo en problema. Es importante conocer e identificar la falla, ya que permite tener una mejor idea para poder resolver el problema.

Cualquiera que sea el sistema de localización de fallas que se realice, la consideración más importante es la seguridad. Aunque la mayoría de las prácticas adecuadas de seguridad se dan por sentido común, la tensión debida a una situación puede originar que pase por alto un riesgo potencial.

5.8.1. LOCALIZACIÓN DE LA FALLA.

La falla real es la que encuentra la salida una vez que el estado real se ha establecido y comparado con el estado requerido.

Esta comparación frecuentemente lleva al descubrimiento de la fuente del error, si la falla es visible, audible, perceptible por el olor, etc. Si este no es el caso,

la falla solo puede encontrarse y eliminarse por medio de un procedimiento sistemático.

5.8.2. LOCALIZACIÓN SISTEMÁTICA DE LA FALLA.

De nuevo la comparación de estado actual requerido, forma la base para el hallazgo sistemático de la falla (Fig. 5.1).

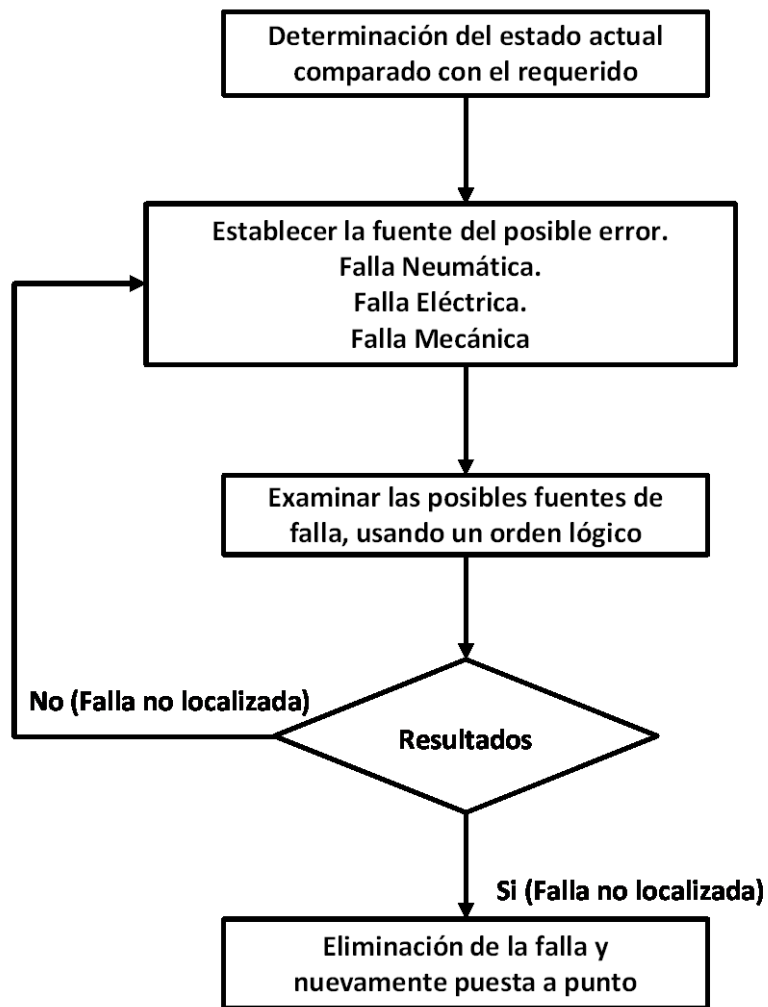


Figura 5.1. Localización Sistemática de la Falla.

Para la detección de fallas, las hojas de trabajo son usadas con cualquier circuito eléctrico, neumático o electroneumático, La secuencia de las hojas de

trabajo adopta el mismo procedimiento que el empleado para la detección de fallas estructurada.

5.8.3. ANÁLISIS DE LA FALLA.

Con la ayuda de la lista de fallas, es posible establecer si una falla o daño ocurrieron. Una vez que estos se han identificado, es aconsejable introducir las mejoras técnicas.

Una falla que se encuentra y se elimina no significa solo dar al sistema una nueva operación, también se debe identificar y mejorar las áreas débiles en el sistema. El requisito previo básico para esto es un conocimiento de todos los aspectos de tecnología de mando y entendiendo la función e interacción de los sistemas.

5.8.4. DOCUMENTACIÓN DE LA FALLA.

Una vez que una falla se ha encontrado, no es suficiente solo corregir ésta, pues al mismo tiempo la causa del problema debe determinarse. Una herramienta útil para esto es la lista de fallas que debe almacenarse en conjunto con la instalación.

Esta lista describe los funcionamientos defectuosos, sus causas y las soluciones dadas a la misma, la lista de fallas puede elaborarse en varios formatos diferentes.

Además de ser el historial del equipo, puede servir para descubrir fallas repetidas. El índice de la falta le hace más fácil para establecer la naturaleza del error.

5.8.5. LISTA DE FALLAS, CAUSAS Y SOLUCIONES.

Durante la ejecución del montaje, calibración, programación y puesta a punto del equipo, se pueden producir problemas que pueden llevar al mal funcionamiento del módulo de la Estación de Proceso.

A continuación en la tabla 5.1., se detallan los diferentes tipos de fallas y sus posibles causas y soluciones.

TABLA 5.1. LISTA DE FALLAS.

Nº EVENTO	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIÓN
1	La Mesa no gira	Falta de accionamiento del motor eléctrico	Verificar alimentación eléctrica hacia el motor.
		Bandas de transmisión flojas o desacopladas.	Verificar estado y volver a colocar en su sitio, o dar la tensión y ajuste necesarios
2	El motor no funciona	Ausencia de energía	Verificar el correcto suministro de energía hacia el motor.(24V DC)
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
3	Taladro no funciona.	Ausencia de energía	Verificar el correcto suministro de energía hacia el taladro (2.4V DC).
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
4	Botón de paro de emergencia no se activa	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
		Botonera en malas condiciones	Cambiar botonera
5	Pulsadores no se activan	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
		Pulsadores en malas condiciones	Cambiar pulsadores
6	Lámparas indicadoras no encienden	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Cables de alimentación de energía flojos	Reajustar los cables
		Lámparas quemadas o dañadas	Cambiar lámparas
7	No se activan los sensores	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía en el circuito eléctrico.
		Sensores descalibrados	Calibrar la distancia del sensor
8	Cilindros neumáticos no accionan.	Falta de alimentación de aire comprimido al sistema	Revisar alimentación de aire al sistema.
		Fuga de aire por mangueras y acoples	Chequear regulación de aire en valvula reguladora de presión en unidad de mantenimiento
		Electroválvulas no permiten el paso de aire al cilindro	Chequear y corregir problema
		Válvulas reguladoras de caudal no permiten paso de aire	Revisar alimentación eléctrica a electroválvulas
9	PLC no funciona	Ausencia de energía	Revisar y reajustar regulacion de aire de las válvulas reguladoras hacia los cilindros
		Señales de entrada y salidas mal asignadas o conectadas	Verificar el suministro de energía al PLC
		Programación incorrecta	Verificar y corregir conexión de entradas y salidas en PLC
			Chequear y corregir programación del sistema en PLC

5.8.6. ELABORACIÓN DE PROBLEMAS A PRUEBAS DE FALLO .

La situación de falla ocurre siempre después de la puesta a punto, esto significa que la instalación ya ha sido arrancada correctamente. Por lo tanto se pueden excluir fallas tales como errores de ensamblaje.

El circuito debe estar en la posición inicial cuando la detección de fallas comienza. Luego el alumno debe arrancar el equipo de acuerdo a las condiciones de arranque especificadas. Si el módulo no está en la posición inicial, debe encontrarse en la posición de falla.

Normalmente, solo una falla debe incorporarse en un circuito. Si se introduce varias fallas, éstas deben tener una conexión lógica, ya que es raro aun en la práctica el que varias fallas diferentes puedan ocurrir simultáneamente en una instalación.

Los resultados producidos pueden ser evaluados y luego incorporados a un diagrama general o se puede proveer un diagrama correcto para ser usado posteriormente con la detección de fallas.

5.9. HOJAS GUÍAS DE TRABAJO .

Se ha desarrollado una hoja guía de trabajo (ver anexo 8), en la cual se debe efectuar la programación y tareas propuestas durante la realización de prácticas de los estudiantes en el módulo de la Estación de Proceso.

CAPÍTULO VI

6. MANTENIMIENTO DE LA ESTACIÓN DE PROCESO.

La falta o el mantenimiento inadecuado de las instalaciones y equipos es la causa de graves problemas, por lo tanto la aplicación de un mantenimiento rutinario que se lleva a cabo en un tiempo determinado de acuerdo un cronograma de actividades permite una óptima confiabilidad.

De la implementación de un buen plan de mantenimiento, depende el correcto funcionamiento y la vida útil del equipo, así como la seguridad que éste brinde a las personas que lo están manipulando.

6.1.ELEMENTOS A USARSE EN EL MANTENIMIENTO.

La Estación de Proceso casi no necesita mantenimiento.

Para realizar la limpieza del equipo y sus componentes se debe utilizar un cepillo de cerdas suaves o un paño que no se deshilache.

No se deben utilizar agentes de limpieza agresivos o abrasivos ni antiadherentes ya que los elementos del módulo no son del tipo Explosion Proof (antiexplosivo).

No se requieren herramientas especiales para realizar el mantenimiento del módulo, pues solamente es necesario contar con la ayuda de un juego de llaves allen, un juego de destornilladores, cortador de cables, cintas de teflón, adhesivos, y un multímetro para medir parámetros eléctricos (Fig.6.1.)

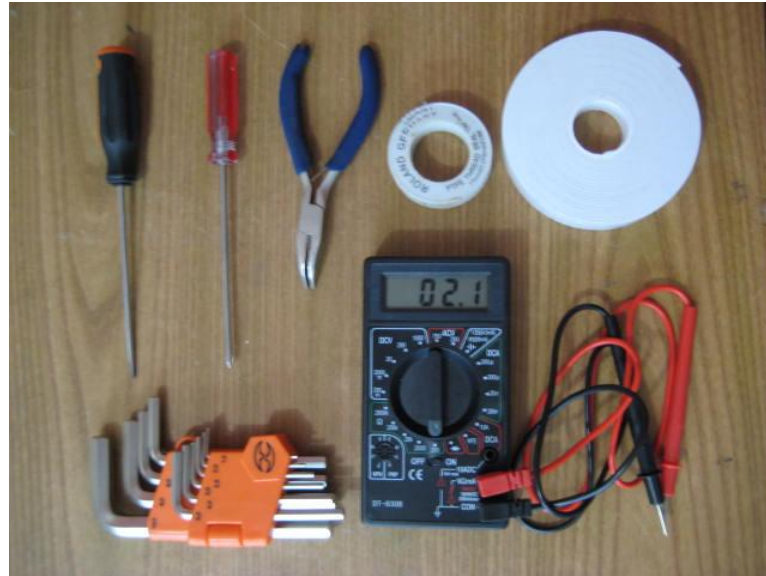


Figura 6.1. Herramientas para Mantenimiento del Módulo.

6.2. MANTENIMIENTO DEL MÓDULO.

La disponibilidad y rendimiento de la operación, dependen mucho del alto grado en la correcta ejecución de los trabajos de mantenimiento y manejo del equipo, por esta razón los trabajos de mantenimiento deberán ejecutarse según lo planificado.

A continuación se detallan las actividades de mantenimiento a realizarse en los diferentes sistemas del módulo de la Estación de Proceso las cuales deben tomarse muy en cuenta:

6.2.1. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA MECÁNICO.

- Inspeccionar y limpiar la estructura de aluminio.
- Revisar y reapretar todos los soportes de fijación y pernos en la estructura.
- Verificar estado de las bandas y poleas del motor y plato giratorio.

- Desmontaje y revisión de partes mecánicas del motor.
- Revisar el estado del plato giratorio.
- Revisar apriete de tornillos de posicionamiento de la mesa.
- Chequear ajuste de rieles.

6.2.2. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO .

- Revisar y verificar el correcto funcionamiento del pulsador de paro de emergencia S1.
- Revisar selector de posición manual / automático S2.
- Chequear botoneras de inicio de ciclo S3 y de reset S4.
- Limpiar contactos de los relés¹² K1 y K2.
- Revisar ajustes en borneras, zócalos de relés, entradas y salidas de PLC.
- Verificar estado y reajuste de los cables y conexiones.
- Revisar y verificar funcionamiento de las lámparas de señalización.
- Verificar el estado del fusible según circuito eléctrico, si es necesario se lo debe cambiar.
- Limpieza de sensores y reajuste en soportes.
- Revisar la carga y aislamiento del motor.

¹² utilizar un spray limpiador de contactos eléctricos.

- Revisar la carga y aislamiento del taladro.
- Chequear funcionamiento de la fuente de alimentación.
- Chequear el estado de las canaletas de cableado.

6.2.3. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA NEUMÁTICO.

- Inspeccionar y detectar fugas de aire en racores y mangueras flexibles.
- Revisar estado del bloque distribuidor neumático; así como de sus válvulas de descarga.
- Comprobar el funcionamiento correcto de las electroválvulas en forma manual.
- Limpiar y revisar los cilindros neumáticos.
- Revisar funcionamiento de válvulas reguladoras de caudal.
- Limpiar y reajustar unidad de mantenimiento.

6.3. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO DEL MÓDULO.

Los trabajos de mantenimiento de la Estación de Proceso poseen una frecuencia de realización necesaria para el buen funcionamiento y disponibilidad del mismo. Por tal motivo, se ha detallado la frecuencia de las actividades para el mantenimiento de los diferentes sistemas del módulo (ver anexo 6)

Es por esta razón que basándose en la tabla de frecuencia de actividades realizadas para el mantenimiento, se elabora una programación del mismo (ver anexo 7).

CAPÍTULO VII

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

7.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LOS PROCESOS DE PRUEBA.

La evolución tecnológica permite la realización de automatismos cada vez más complejos, es por esto que dentro de los procesos productivos se encuentran sistemas de procesamiento de diferentes tipos y modelos, por lo que se ha desarrollado un módulo de una Estación de Proceso que es una variante de muchos sistemas de procesamiento el mismo que contribuye a la simulación de un proceso productivo.

El módulo de la Estación de Proceso permite complementar los conocimientos en un campo nuevo como es la mecatrónica, ya que tiene sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos, lo que junto a los mecanismos propios del equipo generan una máquina cuyo trabajo necesita controlarse y verificarse con lógica programada para disminuir el tamaño, los tiempos de operación y optimizar los recursos, los cuales son muy aplicables en la industria.

Los sistemas de programación lógica controlada representan actualmente el factor clave de la automatización industrial, su utilización permite flexibilidad, adaptación a varios procesos, junto con la factibilidad de detectar fallas y errores con facilidad, por lo que se convierten en sistemas confiables y de fácil mantenimiento, con tableros de control pequeños, mayor comunicación con el elemento de control y su proyección a poder operar a distancia como en los sistemas Escada. Es así que el módulo de la Estación de Proceso podría ser controlado remotamente con la utilización de un PLC con comunicación ETHERNET o modem de comunicación.

El avance de la tecnología, la digitalización y el desarrollo de software especializados facilitan los cálculos para el diseño de circuitos y sus elementos.

Para el desarrollo de este módulo se utilizó el PLC SIEMENS SIMATIC S7-200, el cual permite una programación sencilla y las facilidades de su configuración en salidas de relé permite el trabajo del módulo de una forma didáctica y fácil de instalar, que es también lo que se busca en el sector industrial.

CAPITULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

8.1. CONCLUSIONES.

- El módulo de la Estación de Proceso desarrollado en este proyecto, posibilita que los alumnos de la Facultad de Mecánica accedan a un prototipo muy real en dónde se pueda apreciar las ventajas de los sistemas mecatrónicos,
- El módulo de la Estación de Proceso, básicamente representa un sistema mecatrónico, dónde se utiliza componentes de sistemas electrónicos, informáticos, mecánicos y neumáticos, por lo que representa una buena aproximación a diseños de equipos reales.
- La Estación de Proceso es un módulo muy versátil, donde el estudiante podrá realizar prácticas y ejecutar variantes, ya sea en la parte mecánica como en la parte del software, para simular controles de procesos industriales en varias líneas de producción.
- El equipo, facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues posibilita el desarrollo del conocimiento, ya que es el propio estudiante quien descubre, interpreta, analiza, crea y orienta su accionar para la generación de aprendizajes significativos.
- La evolución actual de la tecnología, la digitalización y el desarrollo de software especializado, facilitan el diseño de circuitos y sus elementos, lo cual permite la implementación de automatismos cada vez más versátiles dentro del sector industrial.

8.2. RECOMENDACIONES.

- Tomar en cuenta las instrucciones detalladas en el manual del usuario, que se ha desarrollado en esta tesis, pues la falta de observación de las mismas en la manipulación, transporte, almacenamiento, montaje, puesta a punto, funcionamiento, mantenimiento y preparación del equipo, puede crear situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al usuario o a terceras partes, así como al equipo.
- Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, pues así se protegerán y se asegurará el correcto funcionamiento los diferentes elementos neumáticos de este equipo y de los demás módulos instalados en el Laboratorio.
- Se recomienda realizar prácticas de desmontaje y montaje de todos los elementos que integran el módulo de la Estación de Proceso, para que los estudiantes adquieran mayor experiencia en la manipulación de los mismos.
- Se recomienda que la programación del módulo se lo realice en distintos tipos de PLC, esto garantizara que los estudiantes se familiaricen con estos dispositivos.

BIBLIOGRAFÍA

FESTO DIDACTIC.//Catálogo Célula de Fabricación Flexible MPS-C.//2003.

SIEMENS.//Manual del Sistema de Automatización S7-200 SIMATIC.//2003

SIEMENS.//Manual del Sistema de Automatización S7-200 SIMATIC.//2008

SIEMENS.//Catálogo Baja Tensión, Control Instalación y Automatización.//2005

SIEMENS.//Control y Distribución.//2002.

LEGRIS CONNECTIC.//Catálogo General Baja Presión.//2004.

DIELL.//Catálogo Abreviado Rápido Micro Detectores S.p.A.//2008.

LINKOGRAFÍA

EL PLC (CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE)

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQM H1/PAGINA%20>

[PRINCIPAL/PLC/plc.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQM H1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm).

2009-03-16.

MECATRÓNICA.

http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%A1da_mecatr%C3%B3nica

2009-03-16

MÓDULOS MECATRÓNICOS.

<http://www.festo-didactic.com>.

2009-03-20.

NEUMÁTICA.

<http://www.ing.uc.edu.ve/aulavirtual/file.php?file=/55/Neumatica1.PDF>

2009-03-20

RELÉS.

<http://www.platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecnodocumentos/apuntes/rele.pdf>.

2009-03-15.

<http://www.guemisa.com/finder.htm>.

2009-03-25.

PERFILES MODULARES

<http://www.alu-stock.es/catalogo/aluskit/aluskit.html>.

2009-03-26.

CILINDROS NEUMÁTICOS

<http://www.store.norgren.com>.

2009-04-14.

SENSORES INDUCTIVOS

http://www.hynux.net/eng/mall/hy_mall.php?Lsort=5&Msort=1&Ssort=1.

2009-04-14.

http://www.ceiisa.com/sensor_inductivo.

2009-04-21.

SENSORES ÓPTICOS

http://www.nortecnica.com.ar/pdf/teoria_opticos_2_2.pdf

2009-03-20

SENSORES CAPACITIVOS

<http://www.sick.es/es/productos/sensores/capacitativos/es.html>

2009-03-24

SENSORES MAGNÉTICOS.

<http://www.sick.es/es/productos/sensores/magneticos/es.html>

2009-03-24

ELECTROVÁLVULAS

<http://www.industriasasociadas.com/Airtac/Airtac.htm>.

2009-04-21.